Université d'Alger
FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE D'ALGER

Année 1922. — N° 18

RECHERCHES

SUR LA

Structure du Tissu Spongieux des Os

(Travail du Laboratoire d'Anatomie de la Faculté d'Alger)

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le 20 Décembre 1922

PAR

Henri-Ernest MERZ

Né à Lunel (Hérault) le 9 Novembre 1895
Interne de 1re classe des Hôpitaux,
Ancien aide d'Anatomie à la Faculté,
Croix de Guerre.

Membres du Jury :

MM. E. LEBLANC, Professeur d'Anatomie. — *Président.*
CABANES, chargé de cours (Médecine opératoire). } *Juges.*
LOMBARD, Agrégé (Chirurgie). } *Juges.*
FERRARI, chargé des fonctions d'Agrégé (Anatomie). } *Juges.*

ALGER
IMPRIMERIE MODERNE
2, Boulevard Laferrière, 2
1922

UNIVERSITÉ D'ALGER
FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE D'ALGER

ANNÉE 1922. — N° 18

RECHERCHES

SUR LA

Structure du Tissu Spongieux des Os

(Travail du Laboratoire d'Anatomie de la Faculté d'Alger)

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le 20 Décembre 1922

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

PAR

Henri-Ernest MERZ

Né à Lunel (Hérault) le 9 Novembre 1895
Interne de 1re classe des Hôpitaux,
Ancien aide d'Anatomie à la Faculté,
Croix de Guerre.

Membres du Jury :

MM. E. LEBLANC, Professeur d'Anatomie. *Président.*
CABANES, chargé de cours (Médecine opératoire). } *Juges.*
LOMBARD, Agrégé (Chirurgie). }
FERRARI, chargé des fonctions d'Agrégé (Anatomie). }

ALGER
IMPRIMERIE MODERNE
2, BOULEVARD LAFERRIÈRE, 2
1922

UNIVERSITÉ D'ALGER

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

Doyen	MM. HÉRAIL (I. ✪).
Doyen honoraire	CURTILLET (O. ✲, I. ✪).
Assesseur	ARDIN-DELTEIL (I. ✪).

PROFESSEURS

Anatomie	MM. WEBER (✲, ⚚, I. ✪).
	LEBLANC (✲, ⚚, I. ✪).
Anatomie pathologique	POUJOL (I. ✪).
Chimie biologique et toxicologie	MAILLARD (✲, ❁, I. ✪).
Chimie minérale et organique	H. GUILLEMARD (A. ✪).
Clinique médicale	ARDIN-DELTEIL (I. ✪).
Clinique chirurgicale	VINCENT (✲, I. ✪).
Clinique chirurgicale infantile et d'orthopédie	CURTILLET (O. ✲, I. ✪).
Clinique obstétricale et puériculture du 1er âge	ROUVIER (✲, I. ✪).
Clinique ophtalmologique	CANGE (✲, I. ✪).
Clinique médicale infantile	GILLOT (I. ✪).
Clinique des maladies des pays chauds, des maladies syphilitiques et cutanées.	RAYNAUD (A. ✪, ⚚).
Histoire naturelle médicale et parasitologie	TRABUT (✲, I. ✪, O. ⚷).
Histologie	ARGAUD (✲, I. ✪).
Hygiène, hydrologie et climatologie	CHASSEVANT (O. ✲, ❁, I. ✪).
Médecine légale	N...
Matière médicale et thérapeutique	HÉRAIL (I. ✪).
Pathologie générale et microbiologie	SOULIE (✲, I. ✪).
Pharmacie	MUSSO (I. ✪).
Physiologie	TOURNADE (✲, ⚚, A. ✪).
Physique médicale	DUFOUR (I. ✪).

PROFESSEUR HONORAIRE

M. MALOSSE, Théod. (I. ✪, ✲).

CHARGÉ DE COURS

Médecine opératoire	M. CABANES (✲, ⚚, O. I. ✪).

AGRÉGÉS

Chirurgie	MM. COSTANTINI (✲, ❁).
	LOMBARD (❁, A. ✪).
Médecine	AUBRY (✲, ❁).
	N...
Physiologie	GIRAUD (✲, ❁).
Histoire naturelle méd. et parasitologie	SENEVET (❁).
Pharmacie et matière médicale	N...

CHARGÉS DES FONCTIONS D'AGRÉGÉ

Accouchements	MM. FUSTER (✲, ❁, I. ✪).
Anatomie	FERRARI (❁, A. ✪).

NOTA. — La Faculté n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

JE DÉDIE CETTE THÈSE :

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

Le Docteur GEORGES-HERMANN MERZ

Médecin-Major de 1re classe

Chevalier de la Légion d'Honneur

Titulaire de la Médaille Coloniale (Algérie).

A LA MÉMOIRE DE MON ONCLE

Le Docteur HENRI-LOUIS MERZ

Professeur de Clinique obstétricale à la Faculté d'Alger.

Vous m'avez montré la voie, j'essaierai de suivre votre exemple, et votre cher souvenir me guidera.

A LA MÉMOIRE DE MES COMPAGNONS D'ARMES

Du 9me Régiment de marche de Tirailleurs

Tombés au Champ d'Honneur

A TOUS LES MIENS

A MES AMIS

A MES MAITRES DE L'HOPITAL CIVIL DE MUSTAPHA

(Externat et Internat) :

Professeur SOULIÉ,

Professeur ARDIN-DELTEIL,

Docteur GOINARD,

Docteur LOMBARD, agrégé,

Docteur MOGGI,

Docteur COCHEZ,

Professeur ROUVIER,

Professeur RAYNAUD,

Professeur CANGE,

Docteur Henri ABOULKER.

Aux Docteurs DERRIEU, MONTPELLIER,
LACROIX, DUPUY-D'UBY, AZOULAY, POUGET, DUBOUCHER,
Chefs de Clinique.

A TOUS MES MAITRES DE LA FACULTÉ D'ALGER

« *Je mettrai ceux qui m'ont appris l'art au même rang que les auteurs de mes jours* ».

(Hippocrate).

A MON MAITRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE

Monsieur le Professeur LEBLANC

Professeur d'Anatomie

Chevalier de la Légion d'Honneur

Croix de Guerre.

C'est vous qui avez été l'inspirateur de cette thèse que nous avons poursuivie sous votre direction. Que la bienveillante amitié que le maître a toujours montrée à l'élève et au modeste collaborateur nous permette de lui faire hommage de ce travail qui est sien en grande partie.

A MES JUGES

Monsieur le Docteur CABANES

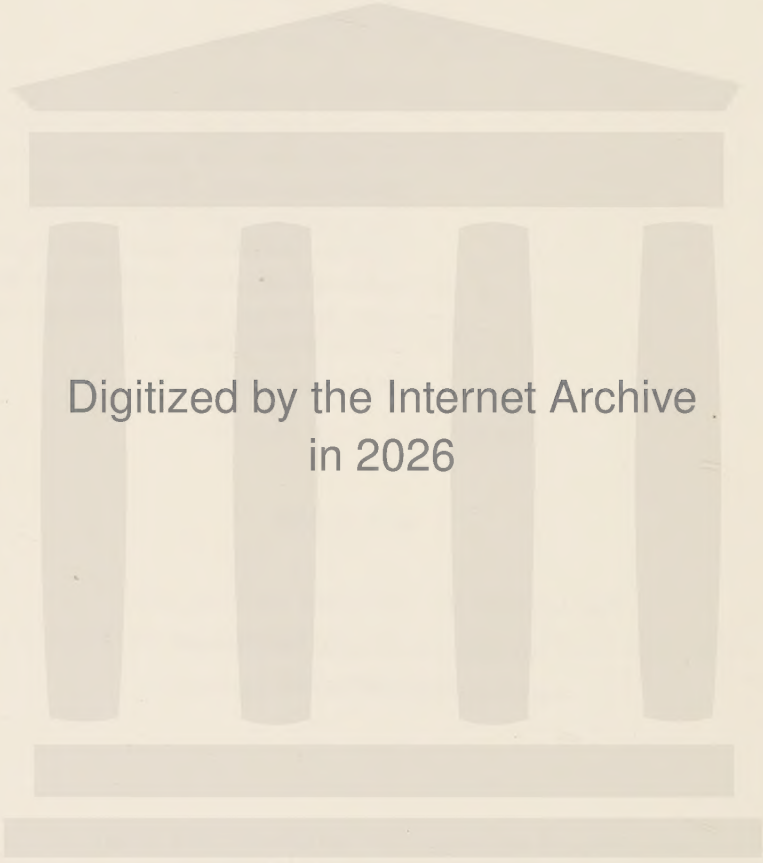
Chargé de cours (Médecine opératoire).

Monsieur le Docteur LOMBARD

Agrégé (Chirurgie).

Monsieur le Docteur FERRARI

Chargé des fonctions d'Agrégé (Anatomie).


Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41536515_0047

INTRODUCTION

« Le Chirurgien doit être, premièrement, lettré d'anatomie, car sans icelle, il n'y a rien de fait en chirurgie. »

C'est au cours de nos fonctions d'aide d'anatomie et moniteur de Médecine Opératoire à la Faculté que nous avons choisi le sujet de notre thèse, sur les conseils de M. le professeur Leblanc. Notre Maître avait pu par ses recherches personnelles constater dans l'architecture du col fémoral, chez l'homme et quelques mammifères « un certain nombre de caractères assez constants qui s'éloignent parfois fortement des données classiques ou de celles des travaux récents ».

Il nous a proposé de reprendre la question à notre tour. Nous bornant à l'anatomie humaine, nous avons étendu le sujet en étudiant la structure du tissu spongieux d'un grand nombre d'os.

Les traités classiques français sont d'une sécheresse qui étonne sur ce point : la morphologie extérieure y est longuement décrite dans tous ses détails, alors que quelques lignes seulement, brèves et vagues, mentionnent le tissu spongieux des extrémités. Chez les allemands, nous avons trouvé des descriptions plus complètes, comme celle de Krause, mais bien souvent confuses et sans figures.

Quant au col du Fémur, nous ne voulons pas reprendre ici l'historique de tous les travaux anciens ou récents, et ils sont nombreux, qui ont paru sur ce sujet : Ward, Rodet, Wymann, Meyer, Wolff, Merkel, Duret, Poirier, Charpy, Testut, Disse, Gallois et Bosquette, Krause, Basset, la plupart de ces noms évoquent aussitôt dans tous les esprits des images précises. Enfin Chevrier a donné une excellente étude de l'extrémité inférieure du Fémur.

Toutes ces descriptions nous ont paru sujettes à révi-

sion ; nous avons fait de chaque os une étude purement anatomique et avons exposé ces résultats dans nos trois premières parties : l'extrémité supérieure du Fémur nous retiendra plus longtemps (c'est notre première partie) ; ensuite nous étudions la structure intérieure des os du reste du membre inférieur ; enfin, celle du membre supérieur occupe la troisième partie.

Des comparaisons s'imposaient à nous à mesure que nous avancions dans notre sujet : un travail de synthèse se faisait peu à peu, des caractères communs se dégageaient de chacune des descriptions particulières : nous en avons tiré des conclusions qui font l'objet de notre quatrième partie.

Enfin, en élevant le problème, faisant en somme la philosophie de la question, nous avons cherché une signification à l'organisation de cette substance spongieuse, nous avons tenté de l'interpréter à la lumière des faits biologiques. Ces conclusions générales sont peut-être en désaccord avec les théories classiques à l'heure actuelle, mais elles ne sont que l'expression logique de toute notre partie descriptive.

Le langage anatomique dans sa précision se prête mal aux phrases élégantes, aux longs développements. Les descriptions que nous donnons paraîtront arides et souvent pénibles. Nous avons essayé d'alléger le texte en faisant une grande place à l'illustration, radiographies et dessins : chaque extrémité osseuse y est représentée par une ou plusieurs figures. La lecture en sera, nous l'espérons, plus facile. D'ailleurs, l'anatomie sans figures est un non sens : c'est une science qui parle à l'œil autant qu'à l'oreille : il faut voir sous peine de ne pas comprendre et de ne pas retenir.

Tous nos dessins ont été exécutés sur des tranches osseuses préalablement préparées. Voici la méthode très simple que nous avons employée :

Avec une scie ordinaire, nous avons pratiqué des coupes sériées épaisses de deux millimètres et souvent moins, intéressant les os dans tous les plans. Ces coupes ont été soumises à une ébullition de 20 minutes dans une solution forte de carbonate de soude, puis à un lavage à l'eau courante, et ont été ensuite exposées pendant plusieurs jours au soleil.

Les tranches osseuses perdent ainsi leur contenu mou, graisse, moelle et sang, deviennent très blanches, et leur faible épaisseur permet de relever à la loupe les finesses de la dentelle que forme la spongieuse.

Nous croyons ainsi nous être approchés au plus près de la vérité. Le procédé d'Anthony, plus compliqué, nous a paru plutôt applicable à l'étude de grosses pièces osseuses ; l'inclusion dans le plâtre est inutile pour les différentes parties du squelette humain.

Nous n'avons pas la prétention d'avoir fait un travail définitif sur la question de la structure du tissu spongieux : notre étude aurait besoin d'être complétée d'abord par la description de tous les os du squelette, ensuite par des conclusions plus étendues basées sur l'examen des faits normaux, pathologiques et expérimentaux. Le temps et les moyens nous ont manqué pour le faire.

Mais nous nous estimerions trop heureux si ce modeste travail préparatoire pouvait apporter quelques lumières sur la question et être utile par la suite à ceux qui reprendront à nouveau cette étude.

Avant d'aborder notre sujet, nous ne pouvons nous empêcher de jeter un regard en arrière sur nos trop courtes années d'étude, et ce titre de docteur auquel nous aspirions nous effraye un peu aujourd'hui : une lourde responsabilité va peser sur nos épaules.

Mais l'Autorité Militaire inexorable a mis un terme à notre internat que nous aurions voulu prolonger encore pour suivre plus longtemps les excellentes leçons de nos maîtres de l'Hôpital Civil de Mustapha. Nous leur adressons ici à tous nos sentiments de reconnaissance ; le peu que nous sommes, c'est à eux que nous le devons et nous espérons qu'ils continueront encore à nous témoigner la même bienveillance et nous honorer de leur amitié. La pratique que nous avons acquise à l'Hôpital a été préparée par l'enseignement théorique de nos maîtres de la Faculté : à eux aussi nous exprimons toute notre gratitude et notre tristesse de les quitter.

Nous ne pourrons non plus oublier les heures fécondes que nous avons passées dans le laboratoire d'anatomie sous

la direction de notre maître M. le professeur Leblanc, à qui nous devons tant, comme élève d'abord, puis comme aide d'anatomie. Il nous a initié aux mystères du corps humain et a su nous montrer que la connaissance de l'anatomie est la base de toute étude médicale. Il nous a fait aussi le grand honneur d'accepter la présidence de notre thèse : nous n'oublierons jamais ce qu'il a fait pour nous.

Enfin, que nos camarades d'étude ou d'internat sachent bien que les liens qui se nouent dans la jeunesse sont ceux qui durent toujours, et nous conserverons toute notre amitié aux docteurs Guigon, Ribet, Manceaux, Sarrouy, Cosman, Salle, internes des Hôpitaux, Travail et Beudon, médecins militaires.

PREMIÈRE PARTIE

Structure de l'extrémité supérieure du fémur

Si, après les nombreux auteurs qui se sont occupés de cette question, nous décrivons à notre tour la structure intérieure de l'extrémité supérieure du fémur, c'est que nous trouvons que les descriptions qu'ils en ont donné ont toutes été faites dans un but particulier; Gallois et Bosquette pour démontrer à nouveau l'exactitude de la conception mécanique de Wolff-Culmann, Basset pour expliquer, par l'anatomie pathologique, les différentes variétés de fractures du col du fémur De même, Krause, qui, dans ses leçons sur le squelette, fait de bonnes descriptions de la substance spongieuse, mêle à l'anatomie descriptive les idées théoriques dont est nourrie l'école allemande.

Ces études sont incomplètes, tant celle de Gallois et Bosquette, qui n'appuient leurs conclusions que sur l'examen des coupes vertico-frontales, que celle de Basset, pour lequel l'éventail de sustentation a seul de l'importance.

Nous avons cherché à faire une description complète de la structure intérieure de l'extrémité proximale du fémur, sans idée préconçue, et nous avons noté ce que nous ont montré une centaine de coupes pratiquées dans tous les plans de cette partie de l'os.

Chemin faisant, nous indiquerons les points principaux de notre description qui diffèrent de celles des auteurs précédents.

L'extrémité supérieure ou proximale du fémur ne forme pas, au point de vue structural, une unité anatomique. Dans tous les os longs, en effet, nous trouvons :

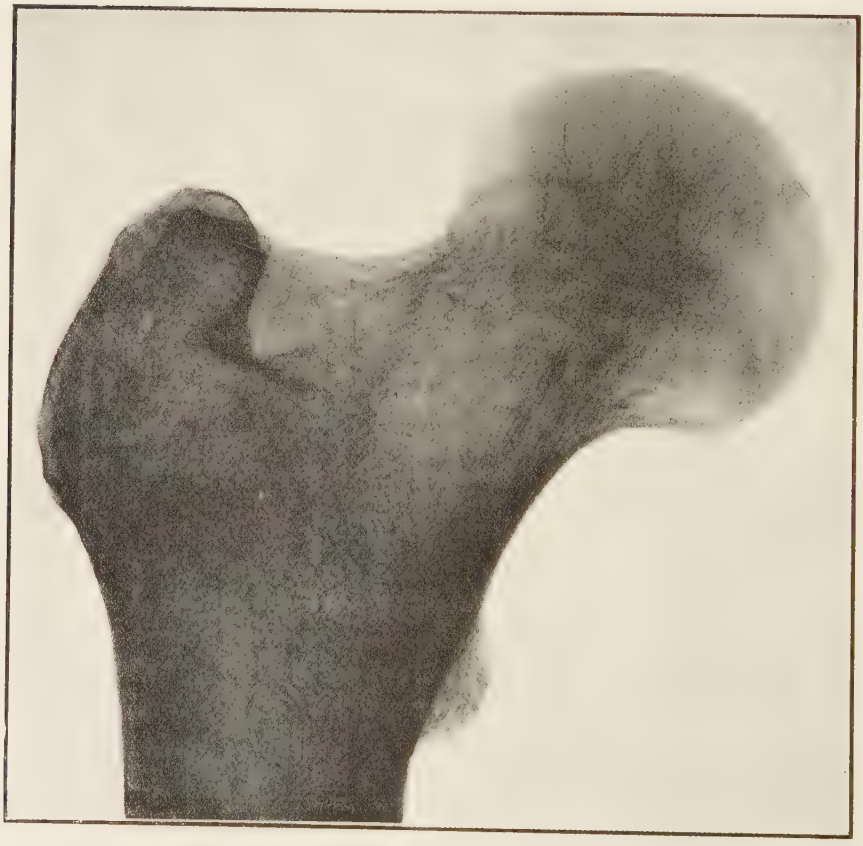
1° La *diaphyse* formant le corps de l'os, puis à chaque extrémité ;

2° La diaphyse prolongée et modifiée par la fonction et les rapports de l'os : c'est la *métaphyse*, partie intermédiaire. Elle commence au point où le fût diaphysaire perd

sa forme triangulaire ou cylindrique pour s'évaser, s'élargir, se recourber ; une lame compacte mince l'indique chez l'enfant ; la lame *dia-métaphysaire*. Elle se termine au niveau du cartilage de conjugaison méta-épiphysaire ou de la lame osseuse qui le remplace chez l'adulte. C'est la région juxta-épiphysaire des chirurgiens ;

3° Enfin l'*épiphyse*.

RADIOGRAPHIE N° 1 (1)



Radiographie de face (vue antéro-postérieure) de l'extrémité supérieure d'un fémur d'adulte.

Ces trois parties de l'extrémité d'un os long sont plus

1) Nous devons cette radiographie, ainsi que les suivantes, à l'obligeance de M. le docteur Tillier, que nous remercions ici bien vivement.

ou moins individualisées ; le plus souvent, la métaphyse continue directement la diaphyse, et, seule, la morphologie extérieure peut servir à la discrimination.

Par contre, l'épiphyse est toujours nettement séparée du reste de l'os par une lame osseuse compacte qui forme une sorte de cloison étanche entre les deux éléments, du moins au point de vue structural.

Cette lame s'étend sur toute la section de l'os et s'appuie à la périphérie sur l'extrémité des lames compactes corticales diaphyso-métaphysaires. C'est le cartilage de conjugaison de l'enfant qui, une fois l'ossification terminée, est remplacé par cette lame osseuse ayant mêmes direction et trajet. Très visible chez certains sujets, elle peut toujours être retrouvée sur des coupes minces orientées suivant l'axe de l'os.

Nous l'appelons *lame méta-épiphysaire* ou *lame de conjugaison*.

Sur le fémur, ces trois éléments sont bien représentés :

L'union de la diaphyse avec la métaphyse se fait au-dessus du petit trochanter au point où la courbure du col s'accentue et où les lames compactes s'écartent en diminuant d'épaisseur. Nous avons pu retrouver (sur une radiographie d'enfant) la lame dia-métaphysaire à ce niveau avec une grande netteté.

La limite supérieure de la métaphyse est plus intéressante à préciser. Sur un os entier, elle paraît faire place à l'épiphyse là où le col se renfle pour former la tête fémorale.

Il n'en est plus de même sur une coupe frontale de l'os. En effet, la lame méta-épiphysaire part, à la partie supérieure du col, à l'extrémité du revêtement cartilagineux de la tête pour aboutir, après un trajet d'abord horizontal ou légèrement ascendant, puis oblique en bas et en dedans, dans l'intérieur même de la tête, un peu au-dessous de la fossette du ligament rond.

L'épiphyse est donc très réduite et ne comprend que les deux tiers supérieurs de la tête, le tiers inférieur appartient

à la métaphyse et forme un sourcil annulaire encroûté de cartilage. Cette disposition est très visible dans les figures 1 et 6, et est tout aussi apparente sur les coupes d'os adultes. La métaphyse comprend donc le col fémoral en entier, une partie de la tête, le grand et le petit trochanter.

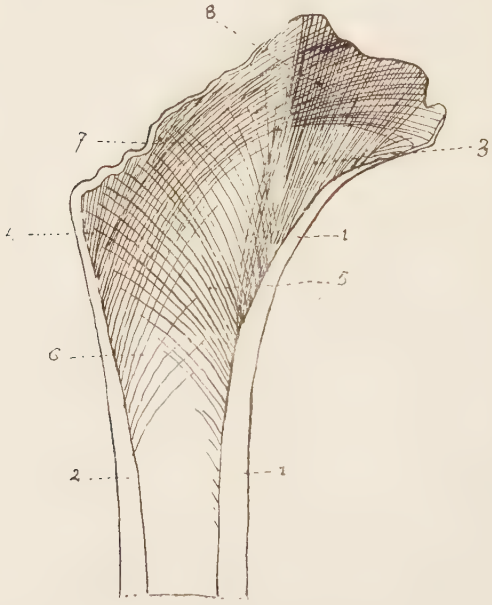


Fig. 1. — Fémur d'un enfant de 12 ans. Coupe vertico-frontale de la métaphyse (l'épiphyse et le grand trochanter ont été séparés).

1. Lame compacte interne. — 2. Lame compacte externe. — 3. Faisceau de la tête fémorale. — 4. Travées verticales arrivant à la lame trochantérienne. — 5 Travées internes du système ogival. — 6. Travées externes du système ogival. — 7. Faisceau arciforme. — Noyau central de la tête.

Ces deux apophyses d'insertions musculaires sont, d'ailleurs, des parties indépendantes et, de même qu'entre le col et la tête, il existe une lame osseuse, individualisant ces formations.

Ces distinctions que ne donnent pas les classiques nous paraissent indispensables pour faire cesser la confusion qui existe entre le langage embryologique et celui de l'anatomie courante qui appelle épiphyse toute la partie de l'os située au-dessus du col chirurgical.

Nous diviserons l'étude de la structure intérieure de cette extrémité du fémur en plusieurs chapitres :

1° Structure de l'épiphyse ;

2° Structure du col fémoral ;

3° Structure du grand trochanter ;

4° Structure du petit trochanter, à propos duquel nous étudierons en détails la lame compacte sous-trochantinienne.

I. – STRUCTURE DE L'ÉPIPHYSE

Le cartilage articulaire très épais sur l'os frais repose sur une très mince écorce de tissu compact. Perpendiculairement à sa surface interne partent de fines lamelles serrées les unes contre les autres, fortement anastomosées, limitant de petits alvéoles. Elles semblent converger toutes vers le centre de courbure de la tête, mais s'arrêtent constamment à la lame méta-épiphysaire sur laquelle elles prennent appui sans jamais la traverser. La densité de cette spongieuse est plus marquée à la périphérie et dans la partie supéro-interne de la tête.

La fossette du ligament rond (11) est supportée par un tissu moins régulier : les travées perdent leur orientation

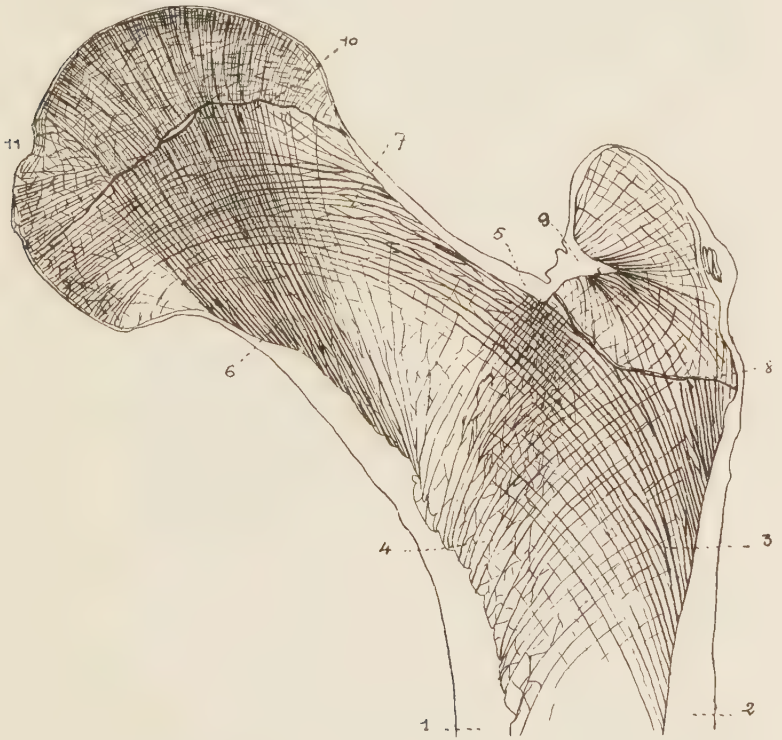


Fig. 2.—Fémur d'adulte, coupe vertico-frontale (grandeur naturelle)

1. Lame compacte interne. — 2. Lame compacte externe. — 3. Travées externes du système ogival. — 4. Travées internes. — 5. Lame compacte sus cervicale et éperon ogival pré-trochantérien. — 6. Faisceau de la tête fémorale. — 7. Travées en voûte. — 8. Lame de conjugaison du grand trochanter. — 9. Eperon trochantérien. — 10. Lame méta-épiphysaire. — 11. Fossette du ligament rond.

radiée pour faire place à un tissu aréolaire à mailles arrondies et plus larges.

La lame méta-épiphysaire (10) est toujours moins épaisse sur les bords qu'au centre où elle atteint de 1/2 à 2 m/m. Les sinuosités du cartilage de conjugaison qui dessine chez l'enfant des festons inégaux, disparaissent et laissent place à une lame osseuse à peu près rectiligne. Cette lame laisse en dehors d'elle un sourcil annulaire encroûté de cartilage qui dépend de la métaphyse.

II. — STRUCTURE DU COL FÉMORAL

A partir du col chirurgical, le cylindre compact cortical perd progressivement de son épaisseur à mesure que s'en détachent les lamelles du tissu spongieux.

La corticale externe (sur les coupes vertico-frontales, fig. 1 à 6) s'amincit rapidement en s'élevant et se termine à la partie inférieure du grand trochanter où lui fait suite la couche plus mince qui habille cette apophyse.

La corticale interne, encore appelée de noms divers : arc d'Adam, arc-boutant inférieur de Rodet, se prolonge

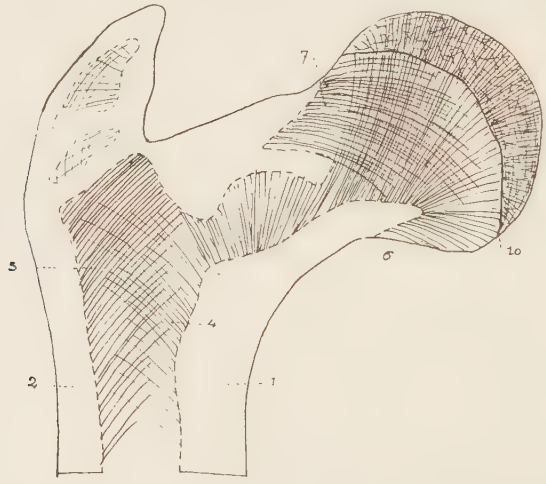


Fig. 3. — Fémur de vieillard. Coupe vertico-frontale (Schématique. Réduc. 1/3), d'après Leblanc

Epaisseur remarquable du cylindre compact diaphysaire et de la lame sus-cervicale. Col abaissé (105°). Même légende que fig. 2.

jusqu'à l'union extérieure de la tête et du col. Son épaisseur varie avec le degré d'inclinaison de ce dernier : si l'angle est fermé (au-dessous de 125°), elle reste très épaisse jusque dans la tête (fig. 9) ; si le col se redresse elle s'amincit et s'effile vers le haut. Mais, quel que soit l'angle, c'est après l'épanouissement du faisceau de la tête fémorale que la corticale perd son épaisseur, et au-delà elle n'est plus réduite qu'à une mince lame se continuant dans la partie métaphysaire de la tête.

Sur des coupes vertico-sagittales du col (voir fig. 9 et 10), la compacte ne se comporte pas de la même manière. En avant, la corticale interne s'élève sur la face antérieure du col formant un mur compact qui la revêt jusqu'au bord supérieur. En arrière, au contraire, elle diminue rapidement d'épaisseur et, sous la forme d'une mince couche, vient fermer le cercle. Nous verrons, cependant, plus loin que cette face postérieure est renforcée par la lame sous-trochantinienne de Rodet : c'est cette dernière qui forme la corticale postérieure anatomique vraie ; l'autre, modifiée par le développement du petit trochanter, ne joue plus que le rôle de simple limitante externe de l'os.

La paroi supérieure du col présente de plus un épaississement surtout marqué dans la moitié externe du col : c'est la *lame sus-cervicale* signalée par Basset (5). De cette lame, s'enfonce dans de nombreux cas une sorte de coin de tissu compact que nous appellerons *éperon sus-cervical* ou *éperon ogival pré-trochantérien* (fig. 2, 3, 4, 5).

La substance compacte métaphysaire se termine donc de la manière suivante :

En avant, elle atteint le bord supérieur du col, qu'elle revêt à sa partie externe par la lame sus-cervicale, et plus en dehors arrive jusqu'à la lame de conjugaison méta-apophysaire du grand trochanter.

En arrière, elle s'arrête à la base du trochiter.

En dehors, elle monte jusqu'à la grande apophyse.

En dedans, elle forme une sorte de berceau très épais à la partie inférieure du col, remontant également en avant et en arrière (en avant la corticale, en arrière la lame de Rodet), et s'arrêtant au col anatomique en dedans.

Tout le reste de la métaphyse est recouvert d'une limitante très mince.

RADIOGRAPHIE n° II

Radiographie de face de l'extrémité supérieure d'un fémur d'adulte

De ce système évasé de compacte métaphysaire partent des faisceaux de travées ordonnées qui forment le tissu spongieux du col. Celui-ci doit être étudié sur des coupes vertico-frontales.

A l'extrémité supérieure de la diaphyse la cavité du canal médullaire est cloisonnée par des lamelles de tissu spongieux formant une série d'ogives superposées. Ces lamelles se détachent des deux corticales au point où elles commencent à perdre un peu de leur épaisseur et s'infléchissent vers l'axe de la diaphyse ; elles se coupent sui-

vant des angles presque droits et s'épuisent dans le système opposé.

Les travées externes sont plus épaisses, plus serrées, surtout en dehors où elles se redressent progressivement pour venir s'arrêter sur la lame limitant en bas le grand trochanter. Les travées internes y aboutissent aussi sans la traverser et le faisceau trochantérien de Gallois et Bosquette n'existe pas.

L'entrecroisement des ogives continue l'axe de la diaphyse et vient s'appuyer à la partie supérieure sur l'éperon ogival pré-trochantérien qui forme la clef de voûte de tout le système. Telle est la disposition que donnent les coupes frontales.

Sur une coupe vertico-sagittale passant par l'axe de la

Fig. 4. — Fémur d'adulte, coupe vertico-frontale (grandeur naturelle). — La structure du tissu spongieux est très fine, la compacte est peu développée.

1. Lame compacte interne. — 2. Lame compacte externe. — 3. Travées externes du système ogival. — 4. Travées internes. — 5. Lame compacte sus-cervicale et éperon ogival pré-trochantérien. — 6. Faisceau de la tête fémorale. — 7. Travées en voûtes. — 8. Lame de conjugaison du grand trochanter. — 9. Eperon trochanchérien. — 10. Lame méta-épiphysaire. — Fossette du ligament rond.

diaphyse, les lamelles osseuses constituent aussi des ogives, moins nettement dessinées il est vrai ; ceci indique que, contrairement à l'opinion classique, l'ogive de la coupe frontale n'est que l'expression linéaire d'une voûte s'appuyant sur toute la circonférence du cylindre diaphysaire.

Reprenons notre coupe vertico-frontale.

Les lamelles internes, au point d'inflexion maxima du col, se raréfient, limitant ainsi en dedans le système ogival indépendant du reste de la spongieuse du col.

Cette disposition nous apparaît donc comme le prolongement de la diaphyse vers le haut et est comparable à celle des extrémités des autres os longs dans lesquelles on retrouve d'une façon presque constante ces travées incurvées se coupant dans l'axe de la diaphyse.

Mais le col s'infléchit en dedans, et de la corticale inférieure s'élève un autre faisceau beaucoup plus dense, formé de lamelles épaisses serrées, presque accolées les unes aux autres.

Son nom a varié avec les auteurs : c'est le tissu ramiforme de Rodet, le système des trabécules de pression de l'arc d'Adam, le faisceau de la tête fémorale de Gallois et Bosquette, l'éventail de sustentation de Delbet. Nous lui conserverons celui de *faisceau de la tête fémorale*, mais en spécifiant bien qu'il ne pénètre pas dans la partie épiphysaire de celle-ci : c'est un faisceau entièrement métaphysaire.

Ces travées se détachent de la corticale suivant un angle aigu dont l'ouverture varie avec l'inclinaison du col : plus le col est redressé, plus l'angle est petit. Sur des cols à angle d'inclinaison surbaissé (105°) l'angle est plus ouvert et peut atteindre 60°. Ces travées figurent selon l'image de Delbet un éventail dont les lames sont plus ou moins écartées suivant qu'on l'ouvre ou qu'on le ferme, l'articulation restant fixe.

De là, les travées parallèles entre elles se portent obliquement en haut et en dedans, pour aboutir au centre de la lame méta-épiphysaire dans la zone où elle est la plus épaisse, et non point sur la surface articulaire, comme il est classique de le dire. Leur direction prolongée se ren-

drait dans la partie supéro-interne de la tête, mais nous avons vu que l'épiphyse a une structure propre et il n'est guère possible de voir dans ses travées radiées et son tissu aréolaire la continuation de ce faisceau en éventail. Sur la périphérie les lamelles s'incurvent légèrement en haut et surtout en bas, dans la partie métaphysaire de la tête, et se terminent sur toute la surface de la lame méta-épiphysaire qui les arrête constamment.

Fig. 5. — Fémur d'adulte à col dressé (130°), coupe verticofrontale (Leblanc). — Remarquer l'éperon compact prétrochantérien très développé.

Même légende que fig. 2

A la partie supérieure du col se place un autre système de travées. Les lamelles les plus élevées du pilier externe du système ogival se continuent dans tout le col, décrivent ensuite un trajet à concavité inférieure et se terminent sur la mince corticale encroutée de cartilage du sourcil annulaire sous-conjugal : tel est le faisceau auquel Gallois et Bosquette ont donné le nom de faisceau arciforme. Mais il n'existe que rarement comme ils l'ont décrit.

Le plus souvent en effet ces travées sont interrompues par l'éperon ogival prétrochantérien descendant plus ou moins bas dans l'intérieur de la spongieuse. De la face interne de l'éperon et de la face inférieure de la lame suscervicale repartent d'autres travées qui se disposent en éventail dans la moitié interne du col : ce sont les *travées en voûte* de Basset. Les supérieures ascendantes aboutissent à la lame méta-épiphysaire au-dessus du faisceau de la tête ; les inférieures descendantes, plus nombreuses tom-

bent perpendiculairement sur ce dernier et le traversent en perdant leur fasciculation, constituant là une zone plus dense à qui Delbet a donné le nom de *noyau central de la tête* (tout entier d'ailleurs compris dans la métaphyse) ; elles

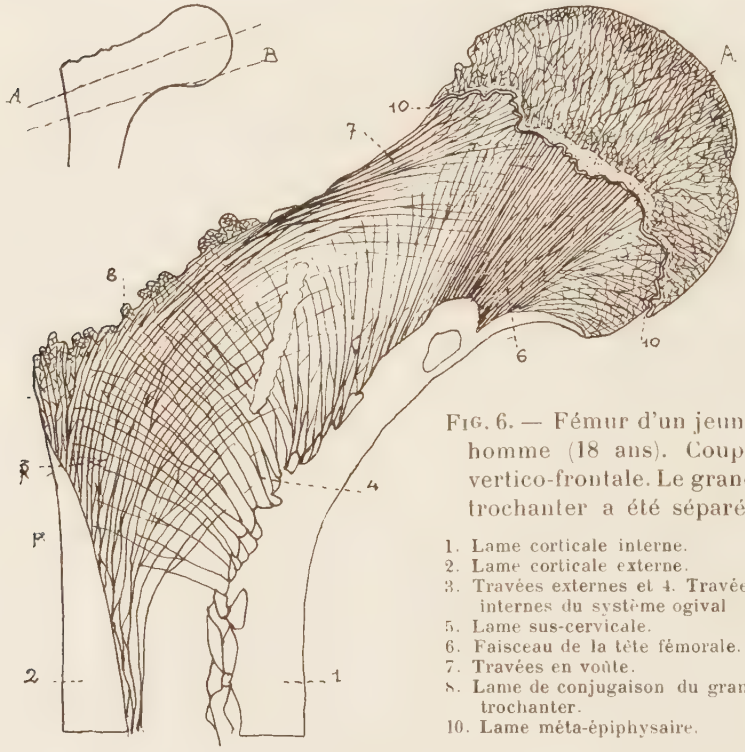


Fig. 6. — Fémur d'un jeune homme (18 ans). Coupe vertico-frontale. Le grand trochanter a été séparé.

1. Lame corticale interne.
2. Lame corticale externe.
3. Travées externes et 4. Travées internes du système ogival
5. Lame sus-cervicale.
6. Faisceau de la tête fémorale.
7. Travées en voûte.
8. Lame de conjugaison du grand trochanter.
10. Lame méta-épiphysaire.

se terminent très grêles sur la mince corticale du sourcil annulaire sous-conjugal : il existe même souvent un petit géode sous la limitante à l'extrémité de la lame compacte inférieure.

Ces trois systèmes de faisceaux limitent dans la partie moyenne du col un espace triangulaire parcouru par des trabécules plus fines et espacées. C'est la zone faible normale de Delbet, le trigone interne du fémur ou triangle de Ward des auteurs allemands. Il est constamment traversé de haut en bas par un canalicule osseux qui loge une grosse artère, branche de la circonflexe postérieure (Basset).

Nous n'insisterons pas sur le rôle dans le mécanisme

des fractures de ce « point naturellement faible » ni du « point sénilement faible » (Delbet) qui provient de la raréfaction du pilier interne de l'ogive ; cette discussion n'aurait pas sa place dans un exposé d'anatomie normale.

Fig. 7
Coupe horizontale du col (partie postérieure) suivant A, fig. 6.

12. Lame de Rodet.
13. Petit trochanter.
14. Lame méta-épiphysaire.

III. — STRUCTURE DU GRAND TROCHANTER

Le grand trochanter est une apophyse musculaire accolée à la partie supéro-externe de la métaphyse et n'ayant pas de relation structurale avec elle. Le cartilage de conjugaison de l'enfant est remplacé chez l'adulte par une lame osseuse ayant même trajet et direction (fig. 1, 2, 4, 6) : à peu près rectiligne et oblique en bas et en dehors sur une coupe frontale, elle prolonge la direction du bord supérieur du col ; dans le sens antéro-postérieur, elle présente une concavité inférieure, par laquelle le grand trochanter recouvre plus ou moins bas l'extrémité supéro-externe de la métaphyse.

En avant, en arrière et en dehors, le grand trochanter est recouvert d'une limitante très mince. En dedans à la lame sus-cervicale fait suite une lame compacte, trochantérienne, verticale, formant la paroi interne et remontant jusqu'au sommet. Lorsque l'angle cervico-trochantérien est fermé et l'apophyse bien développée, cette lame émet au niveau de la fossette digitale un éperon dirigé en dehors : *l'éperon trochantérien.*

De cette lame ou éperon, partent des travées radiées qui se disposent en éventail, et vont rejoindre en dehors

la corticale de revêtement. D'autres lamelles courbes, plus serrées à la périphérie et parallèles à la surface externe du trochanter les coupent à angle droit, formant avec elles de larges alvéoles. Ces lamelles vues en coupe sagittale forment une série d'arceaux superposés analogues au système ogival métaphysaire.

A la partie centrale apparaît très tôt un géode au-dessus de la lame de conjugaison.

IV. - STRUCTURE DU PETIT TROCHANTER

Le petit trochanter est l'apophyse d'insertion du muscle psoas-iliaque ; il est situé sur la face postérieure de la diaphyse. L'étude de sa structure est intimement liée à celle de la lame osseuse qui le sépare du reste de l'os, lame décrite et appelée par Rodet *lame sous - trochantinienne*. Ce nom doit lui être conservé, ceux de septum de Bigelow, schenkelsporn ou calcar femoris de Merkel ne répondant pas à sa signification anatomique.

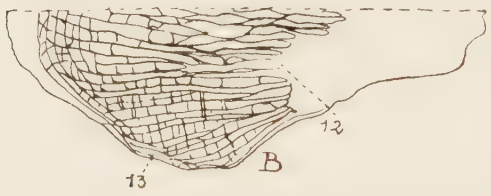


FIG. 8. — Coupe horizontale du col suivant B, fig. 6.

12. Lame de Rodet. — 13. Petit trochanter. — 14. Lame méta-épiphysaire.

Nous verrons tout à l'heure l'interprétation que lui donne Bassel. Quant à Gallois et Bosquette, ils la passent complètement sous silence : elle n'intéresse pas les coupes frontales.

Vu sur des coupes vertico-sagittales sériées, cet élément apparaît comme une cloison verticale de 2 millimètres d'épaisseur (lorsqu'elle est bien développée) séparant la cavité diaphysaire du petit trochanter (fig. 9 et 10). Elle naît en bas de l'évasement de la corticale postérieure qui supporte la saillie trochitérienne et dont elle n'est que le prolongement supérieur. En haut elle rejoint la corticale postérieure du col sous un angle aigu ouvert en bas. Il est donc inexact de dire que cette paroi du col est très mince ;

la doublure interne de la limitante externe lui rend sa soli-

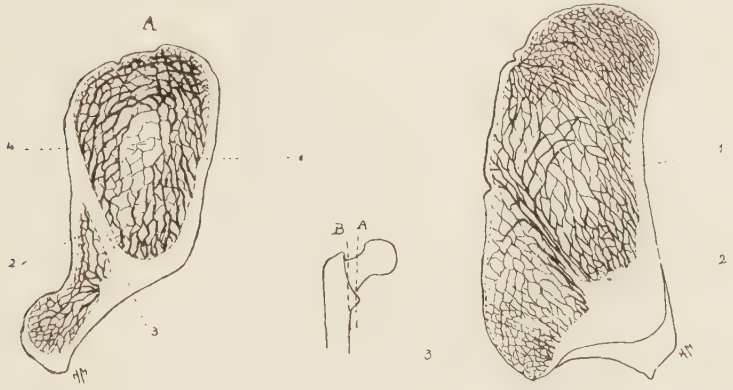


Fig. 9. Fig. 10.

Coupes vertico-sagittales du col du fémur.

Fig. 9 : Coupe A.

1. Corticale antérieure. — 2. Petit trochanter. — 3. Lame de Rodet. — 4. Corticale postérieure

Fig. 10 : Coupe B,

1. Corticale antérieure. — 2. Lame de Rodet. — 3. Petit trochanter.

dité, et nous pouvons dire que les deux parois antérieure et postérieure du col ont la même épaisseur.

Les coupes horizontales en donnent un autre aspect (fig. 11, 12, 13) : épaisse en dedans lors de sa fusion avec la corticale interne, elle s'avance en dehors parallèle à la surface antérieure de l'os, et après un trajet variable suivant les sujets de quelques millimètres à un ou deux centimètres, se ramifie en lamelles qui s'épuisent dans la spongieuse émanant de la corticale externe ; plus en haut elle n'est plus constituée que par quelques lamelles sans épaisseur (fig. 13). Tout ce dispositif est terminé à la hauteur du grand trochanter ; il est tout entier situé au-dessous de la lame de conjugaison.

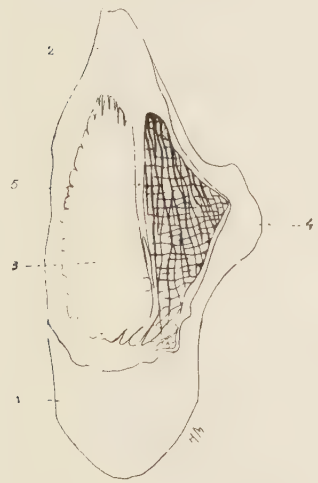


Fig. 11. — Coupe horizontale passant par le petit trochanter.

1. Compacte externe.— 2. Compacte interne. — 3. Cavité diaphisaire (le tissu spongieux a été enlevé). 4. Petit trochanter.— 5. Lame de Rodet.

Dans l'ensemble, cette lame de Rodet est une saillie interne lamellaire disposée dans un sens

frontal ; sa base est soudée à la corticale interne de la diaphyse et du col. De là, elle se dirige directement en dehors en s'amincissant dans tous les sens et se termine sur la corticale externe épaisse.

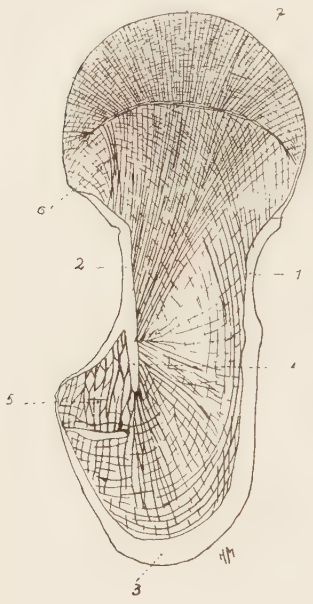


Fig. 12. — Coupe horizontale passant par la partie moyenne du col.
(Fémur très compact).

1. Compacte antérieure. — 2. Compacte postérieure. — 3. Compacte externe. — 4. Lame sous-trochantinienne. — 5. Petit trochanter. — 6. Lame méta-épiphysaire. — 7. Tête fémorale.

La description que nous donnons s'applique à des os très épais. Sur d'autres pièces moins riches en substance compacte, la lame de Rodet n'est plus représentée que par quelques lamelles sans épaisseur.

Quoi qu'il en soit, cette formation doit bien être appelée lame *sous-* ou plutôt *pré-trochantinienne*. Tout ce qui se trouve en avant est la métaphyse avec la trabéculation que nous avons étudiée ; tout ce qui est en arrière forme le petit trochanter.

Celui-ci est constitué de deux parties. La première provient du point d'ossification complémentaire ; elle est réduite à une croûte de faible épaisseur (quelques millimètres) collée sur la masse de la saillie. de structure aréolaire serrée. Une lame mince peu visible (fig. 14) la sépare du reste du petit trochanter.

Fig. 13. — Coupe horizontale du col (Fémur peu compact).

1. Compacte antérieure. — 2. Compacte postérieure. — 3. Petit trochanter (partie supérieure). — 4. Lame de Rodet très réduite.

Cette seconde partie, la plus considérable, est formée de lamelles vertico-frontales se déta-

chant de la corticale interne, épaisses en dedans et plus minces en dehors, parallèles entre elles et à la lame de Rodet. Elles sont croisées à angle droit par d'autres travées verticales orientées dans le sens antéro-postérieur et limitent avec elles des alvéoles rectangulaires bien dessinés. La limitante externe épaisse en bas au point où elle se détache de la corticale postérieure, est très mince sur tout le reste de l'apophyse.

Remarques. — On a fait jouer à la lame de Rodet un rôle important dans le mécanisme des fractures du col fémoral, en particulier dans les fractures cervico-trochantériennes. En effet, dans les traités classiques ou publications, nous relevons ces phrases :

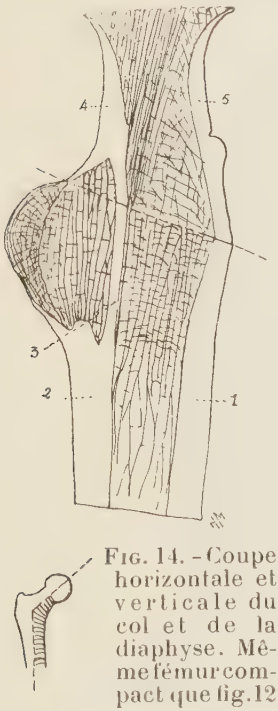


Fig. 14. - Coupe horizontale et verticale du col et de la diaphyse. Même fémur compact que fig. 12

1. Corticale antérieure. 2. Corticale postérieure. 3. Lame pré-trochantinienne. 4. Compacte postérieure et 5. Compacte antérieure du col.

« Cette lame peut s'enfoncer dans le tissu mou du grand trochanter et le faire éclater ». (Rodet).

« De la paroi inférieure du col s'élève perpendiculairement une lame osseuse sur laquelle se trouve appliquée la base du petit trochanter. C'est la lame sous-trochantinienne de Rodet, décrite trente ans après par Merkel sous le nom de « Schenkelsporn » ou d'éperon du fémur. Cette lame, jetée compacte et résistante au centre d'un tissu spongieux, s'enfonce comme un coin dans le tissu aréolaire du grand trochanter et le fait éclater. Ainsi se produit la pénétration caractéristique de la fracture extra-capsulaire ». (Forgue).

« La pénétration peut être partielle : c'est la lame *sous-trochantérienne* de Rodet, l'éperon de Merkel qui a pénétré dans le tissu spongieux du grand trochanter... Chez le vieillard cette pénétration est facilitée par l'ostéo-

porose du grand trochanter ; les rares trabécules osseuses qui persistent sont effondrées par l'éperon de Merkel ». (Tanton).

« C'est l'extrémité inférieure du fragment interne (éperon de Merkel) qui s'enfonce le plus profondément dans le tissu spongieux inter-trochantérien ». (Basset).

« L'éperon de Merkel, toujours solide et non raréfié, effondre facilement les quelques travées osseuses qui restent dans le massif trochantérien creusé de géodes et s'enfonce dans l'intérieur de celui-ci ». (Jeanbrau).

Ainsi, tous ces auteurs s'accordent pour considérer la lame de Rodet, ou éperon de Merkel, comme l'agent principal de la pénétration des fragments et de l'éclatement du grand trochanter dans les fractures cervico-trochantériennes.

Mais il faut faire remarquer tout de suite que Basset et, à sa suite, Jeanbrau et Tanton, assimilent la lame de Rodet, qu'ils appellent incorrectement lame « sous-trochantérienne », à la base d'implantation du manche de l'éventail sur la compacte interne. Voici ce qu'écrit Basset :

« L'arc d'Adam, ou arc-boutant inférieur de Rodet, c'est l'épaisse et forte lame compacte inféro-interne du col. Ce que l'on décrit sous le nom de lame « sous-trochantérienne » de Rodet, de septum de Bigelow, c'est vue sur une coupe horizontale et transversale du col la section de la partie inférieure de l'éventail de sustentation au point où celui-ci vient s'insérer sur la compacte interne ».

Tel n'est pas notre avis. S'il est vrai que à la partie toute interne la lame de Rodet se confond avec la substance compacte inféro-interne et par là se trouve accolée à la partie initiale du faisceau de la tête, il n'est cependant pas possible de voir là une seule et même formation. On se demande, en effet, ce que signifierait dans ce cas cette lame qui se dirige en dehors, vers la corticale externe et dont la direction est opposée à celle de l'éventail.

Il nous semble que Basset commet là une erreur anatomique : la lame de Rodet est bien une lame pré-trochantinienne qui continue la diaphyse en arrière et est analogue à la compacte de la face antérieure. Nous nous expliquons

cette interprétation par la place considérable qu'il donne à ce faisceau en éventail de Pierre Delbet, alors qu'il consacre seulement quelque mots aux autres formations de la substance spongieuse du col.

RADIOGRAPHIE n° III

Radiographie de l'extrémité supérieure d'un fémur d'adulte vue en profil interne

La lame de Rodet est vue de profil dans tout son développement en hauteur. Le tissu du grand et du petit trochanter donne une image très claire.

Cette parenthèse étant fermée, revenons au rôle éventuel de la lame de Rodet.

Comme on a pu le voir dans les coupes horizontales du col que nous donnons, cet éperon atteint son plein développement à la hauteur du petit trochanter : à ce niveau, la corticale externe est très épaisse, très dense, et la faiblesse de la lame, sa brièveté, sa minceur ne peuvent rien dans ce sens.

Plus haut, la lame est encore plus éloignée du bord externe de l'os, et elle est aussi plus courte. Là, encore, elle est incapable de produire un éclatement quelconque.

Enfin, au niveau du tissu aréolaire du grand trochanter, la lame n'existe plus, elle s'est fondue avec la corticale postérieure du col et n'a plus aucune valeur balistique propre.

Nous suivons, sur ce point, complètement l'opinion de notre maître qui écrit ceci dans un mémoire actuellement à l'impression.

« Le rôle de la lame sous-trochantinienne ou éperon de Merkel est illusoire. Toutes les constatations par radiographies ou pièces pathologiques permettent d'affirmer une relation évidente entre le mécanisme et les lésions osseuses d'une part, les faits anatomiques d'autre part ».

D'ailleurs, la valeur de la lame de Rodet est en rapport avec le développement de tout le tissu osseux. Si la lame est bien développée, la compacte corticale elle aussi sera très épaisse, et dans un col aussi résistant, le trait de fracture passera par la zone faible normale et produira une fracture cervicale vraie : la lame sous-trochantinienne n'entre pas en jeu.

Si la compacte est peu épaisse, la lame sera très fine et à peine indiquée par quelques lamelles parallèles de même direction et par conséquent aura une importance nulle.

D'autre part, la substance spongieuse se raréfie avec l'âge, « au point, dit Poirier, que le canal médullaire se poursuit jusque dans le col : la lame de Rodet n'échappe pas à ce processus et il devient difficile de la trouver chez les sujets âgés ». Nos recherches personnelles s'accordent avec le point de vue de Poirier — et comme c'est surtout

chez les grands vieillards que sont observées les fractures cervico-trochantériennes avec pénétration et éclatement du grand trochanter, on conçoit mal qu'une lame qui n'existe plus, ou presque, puisse avoir là une action quelconque.

La véritable cause de la pénétration dans ces fractures est due à un gros éperon de substance compacte formé par la lame inféro-interne du col. A condition que l'on ne donne pas à cet élément puissant le nom de lame de Rodet ou d'éperon de Merkel, nous acceptons pleinement ce qu'écrit Basset.

« La partie inférieure et externe du fragment interne est constituée par l'origine de l'éventail de sustentation qui est respecté par l'âge. Il y a donc là un éperon très dense. Sous l'influence du poids du corps ou de la contraction musculaire, l'angle que fait le col avec la diaphyse tend à diminuer. L'éperon vient appuyer sur la zone intertrochantérienne dont le système ogival est très raréfié. Il rencontre là quelques minces lamelles sans résistance ; comme il est très solide, il les écrase. Ainsi se produit la pénétration sans engrènement... Enfin, le grand trochanter éclate sous l'influence de la pénétration ».

En nous basant donc simplement sur l'étude anatomique précise de cette formation, nous affirmons que ces noms de lame sous-trochantinienne de Rodet ou d'éperon de Merkel doivent disparaître d'un chapitre traitant du mécanisme des fractures du col du fémur, tant en ce qui concerne la pénétration ou l'engrènement que l'éclatement du grand trochanter.

Nous devons encore, à propos des fractures cervico-trochantériennes, relever un point dans la monographie de Basset.

« Le petit trochanter est formé de tissu aréolaire dense ; en continuité directe avec la corticale interne, il constitue une zone particulièrement solide et résistante... Le trait de fracture ne passe presque jamais « à travers » le petit trochanter... L'architecture nous explique ceci par la densité et la solidité particulière de cette apophyse ».

Si cette constatation est vraie au point de vue anato-

mo-pathologique, ce n'est certainement pas pour la raison qu'il donne.

Le petit trochanter, nous l'avons vu sur les coupes, et la radiographie n° 3 le confirme, est formé d'une corticale très mince qui recouvre un tissu de lamelles perpendiculaires entre elles limitant des alvéoles rectangulaires souvent de grandes dimensions. La corticale postérieure s'arrête net à sa partie inférieure et se continue seulement par la lame de Rodet.

Ce tissu ne peut donc pas avoir une telle résistance qu'il fasse dévier le trait de fracture au-dessus ou au-dessous ne lui, et ce n'est pas dans la structure du petit trochanter qu'il faut en chercher la cause.

DEUXIÈME PARTIE

Membre inférieur

I. — OS COXAL

Nous ne dirons rien de l'os coxal, nous ne saurions que répéter ce qu'en ont dit anatomiquement, en 1910, Latarjet et Gallois d'une part, Rouvière et Delmas de l'autre. Les premiers se sont servis de la radioscopie pour suivre dans l'épaisseur des préparations la direction des faisceaux trabéculaires, les seconds ont utilisé le procédé des coupes sur l'os sec.

Nous nous contentons de donner ces deux dessins : la coupe A passe par le plan du détroit supérieur, la coupe B par ce même plan et un plan vertico-frontal passant par la tubérosité ischiatique (fig. 15 et 16).

Faisons seulement remarquer sur la coupe de l'ilion les épaississements de la corticale, au niveau des éperons innominé et ischiatique, de la facette auriculaire et de la partie terminale de l'aile iliaque (avec son point d'ossification complémentaire), d'où partent en rayonnant les travées en avant et en arrière, disposition que nous retrouverons dans tous les os en étudiant les caractères généraux du tissu spongieux.

Il en est de même dans l'ischion (contrefort sous-cotyloïdien et sous-épineux) et dans le pubis : leur spongieuse est formée de lamelles qui s'entrecroisent à angle aigu.

Enfin, sur ces coupes et sur les coupes vertico-sagittales, on trouve la même disposition rayonnée autour de la cavité cotyloïde : travées perpendiculaires à la surface articulaire venant des épaississements de la compacte, et travées parallèles plus serrées à la périphérie.

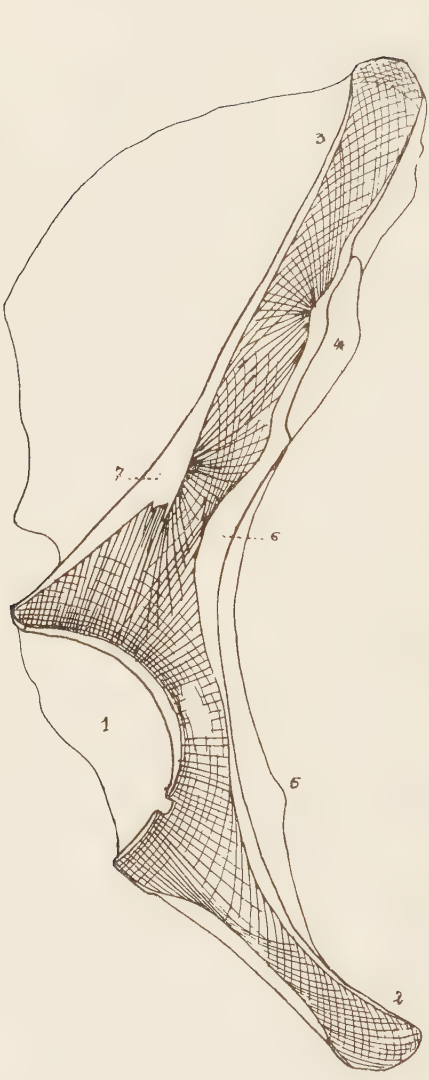


Fig. 15. — Coupe A

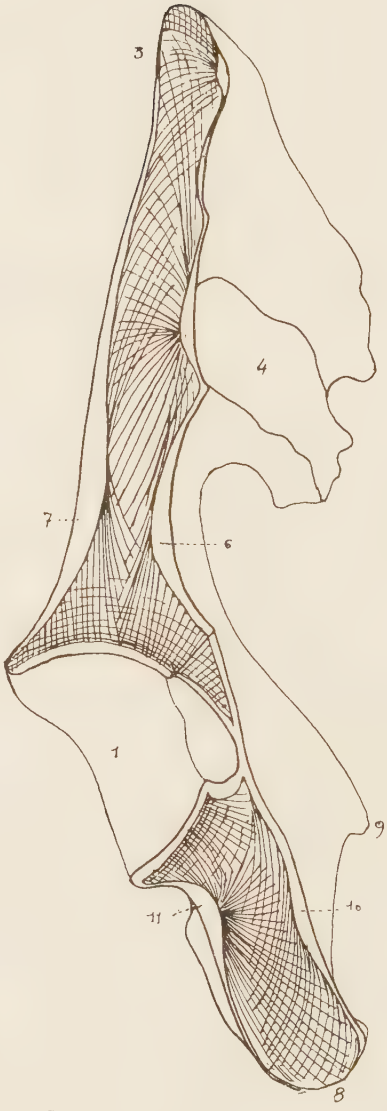


Fig. 16. — Coupe B

1. Cavité cotyloïde. — 2. Pubis. — 3. Aile iliaque. — 4. Facette auriculaire. — 5. Eminence ilio-pectinée. — 6. Eperon sciatique. — 7. Eperon innominé. — 8. Ischion. — 9. Epine sciatique. — 10. Contrefort sous-épineux. — 11. Contrefort sous-cotyloïdien.

II. — EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU FÉMUR

L'extrémité inférieure du fémur est composée de deux parties : la métaphyse et l'épiphyse qui comprend, la totalité des deux masses condyliennes.

Ces deux éléments sont séparés par la lame méta-épiphysaire ondulée, transversale dans le plan frontal, et courbe à concavité supérieure dans le sens sagittal. Elle part en avant de la partie la plus élevée de la trochlée et aboutit en arrière au-dessus de l'échancrure intercondylienne. Elle aborde les faces latérales à la hauteur de la saillie latérale des condyles. La corticale métaphysaire se termine en pointe à son niveau (fig. 17).

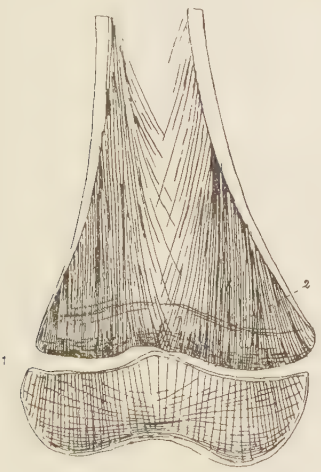


Fig. 17. — Extrémité inférieure du fémur (enfant de 12 ans). Coupe vertico-frontale.

1. Cartilage de conjugaison.
2. Lame dia-métaphysaire.

La cavité médullaire du cylindre diaphysaire est comblée dans son tiers intérieur par de fines lamelles partant à angle aigu de la surface intérieure de la corticale et se dirigent en bas.

Vues sur des coupes vertico-frontales (fig. 18) les lamelles sont verticales et parallèles entre elles, plus serrées dans la partie interne ; elle viennent se terminer sur la lame méta-épiphysaire. Cependant elles divergent légèrement à la périphérie, suivant la direction de la corticale, et au centre elles s'incurvent vers l'axe de l'os, croisant celles du côté opposé.

Sur les coupes vertico-sagittales (fig. 19), ces mêmes lamelles présentent une orientation différente : celles qui proviennent de la paroi antérieure descendent obliquement en bas et en arrière, et se jettent sur la lame méta-épiphysaire.

La corticale postérieure au point où elle s'infléchit, pré-

sente un éperon compact à sommet inférieur, d'où partent en rayonnant des travées radiées occupant toute la partie postérieure de la métaphyse. Au-dessus de cet éperon les travées se détachent suivant un angle plus ouvert qu'en avant, et, continuant leur trajet incurvé oblique en avant et en bas, croisent les lamelles antérieures : elles forment avec elles des ogives superposées ouvertes en haut et dont l'entrecroisement se fait dans le prolongement de l'axe diaphysaire.

Comme dans l'extrémité supérieure, la métaphyse est donc constituée par une série de voûtes cloisonnant la cavité médullaire et s'appuyant sur toute la circonférence du cylindre compact.

Enfin sur une coupe horizontale passant au-dessus des condyles, ces lamelles se disposent en cercles concentriques, serrés à la périphérie, et laissant au centre une zone moins riche et irrégulière.

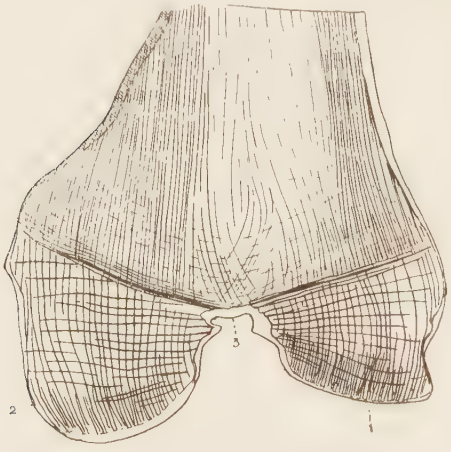


Fig. 18. — Extrémité inférieure du fémur. Coupe vertico-frontale passant par le tiers postérieur des condyles.

1. Condyle externe. — 2. Condyle interne. 3. Echancrure intercondylienne.

L'épiphyse a une structure tout à fait différente : aux fines lamelles anastomosées de la métaphyse font suite des lames plus épaisses, plus espacées prolongeant leur direction, mais ne les continuant pas bout à bout (fig. 17). Elles sont croisées perpendiculairement par d'autres lames horizontales et parallèles à la surface articulaire. L'aspect est donc tout autre et ces éléments osseux limitent entre eux des cavités rectangulaires de 1 à 2 millimètres de côté.

Partant de la lame de conjugaison, les travées verticales tombent normales à la surface articulaire de la trochlée formée d'une épaisse couche de tissu très dense

Telle est la disposition sur une coupe vertico-frontale passant par le tiers antérieur des condyles.

Au tiers postérieur (fig. 18) l'échancrure intercondylienne interrompt le trajet des lames horizontales qui convergent vers son fond : elles y constituent un noyau compact qui revêt la joue axiale des condyles et se prolonge sur leur face inférieure.

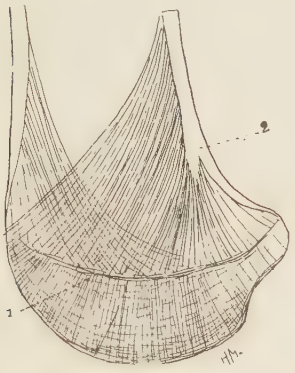


Fig. 19. Extrémité inférieure du fémur. Coupe vertico-sagittale.

1. Lame méta-épiphysaire.
2. Eperon de la compacte postérieure.

Sur les coupes vertico-sagittales (fig. 19), les mêmes éléments se retrouvent, mais les lames verticales restant perpendiculaires à la limitante externe se rapprochent en arrière et surtout en avant de l'horizontale, tandis que les lames parallèles à la surface articulaire se relèvent progressivement continuant la direction des travées antérieures de la métaphyse.

Le noyau compact intercondylien forme sur une coupe horizontale passant par la partie moyenne des condyles le centre de la structure (fig. 20).

De ce noyau partent de nombreuses travées qui rayonnent dans tous les sens : les unes se portent directement en avant vers la gorge de la trochlée, les autres, transversales, plus nombreuses, plus épaisses sont fusionnées à leur origine autour du noyau ; elle se dirigent ensuite en décrivant une courbe légère à concavité postérieure vers la face cutanée des condyles. Chevrier, qui a fait une excellente étude de la question, leur a donné le nom de *travées suturales*.

Ces fibres transversales sont croisées par deux grands faisceaux rubanés formés de lamelles verticales, serrées en avant et en arrière, et plus espacées, mais aussi plus épaisses à leur partie moyenne. Ces deux faisceaux partent chacun d'une des lèvres de la trochlée, et par un trajet divergent et parallèle à la face cutanée des condyles, aboutissent à leur face postérieure. A leurs deux

extrémités, ces travées sont normales à la surface de l'os et croisent quelques lamelles qui lui sont parallèles.

La limitante externe de l'épiphyse est partout très mince, sauf au niveau des surfaces articulaires et de la fossette d'insertion du muscle poplité sur le condyle externe. A signaler enfin un petit géode allongé dans la partie superficielle et moyenne du condyle interne (1).

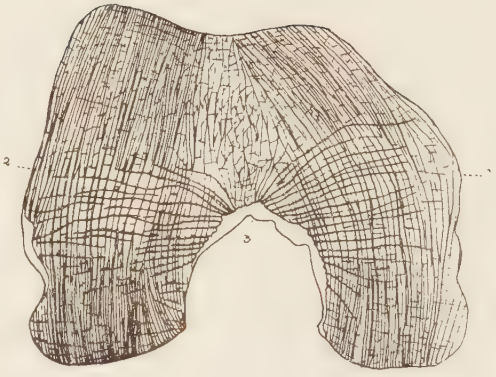


Fig. 20. — Extrémité inférieure du Fémur. Coupe horizontale passant par la partie moyenne des condyles.
1. Condyle interne. — 2. Condyle externe. — 3. Echancrure inter-condylienne.

III. — TIBIA

EXTRÉMITÉ SUPÉRIEURE

Le fût diaphysaire, de forme triangulaire, très épais, surtout au niveau de la crête antérieure, s'élargit et s'évase, à mesure que la corticale s'amincit, pour former la métaphyse. L'épiphyse la coiffe et comprend le plateau tibial jusqu'à la margelle sous-glénoïdienne.

La lame de conjugaison, partant des extrémités de la corticale, suit ce rebord du plateau et s'abaisse en avant vers la tubérosité antérieure. Elle forme au-dessus de la métaphyse une voûte en plein cintre irrégulière et ondulée.

De toute la circonférence de la corticale diaphysaire, montent verticalement des lamelles vers l'épiphyse : elles forment des ovales concentriques anastomosés, qui remplissent tout l'intérieur de la métaphyse, plus serrés à la périphérie où le tissu est dense quoique très fin, plus

espacés au centre où se constituent des géodes superposés dans l'axe de l'os (aspect des coupes horizontales).

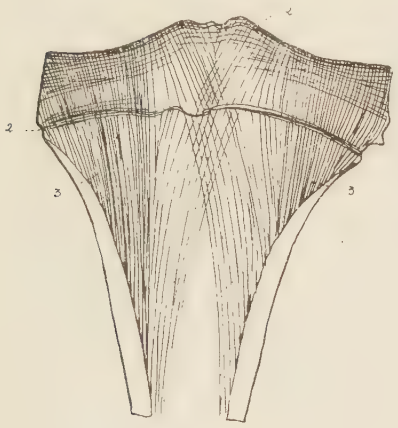


Fig. 21. — Tibia — Extrémité supérieure — Coupe vertico-frontale.

1. Plateau tibial. — 2. Lame méta-épiphysaire. 3 et 3. Faisceaux latéraux interne et externe.

Sur une coupe vertico-frontale (fig. 21), ces lames circulaires se traduisent par deux faisceaux latéraux, verticaux, très serrés, qui aboutissent à angle droit sur la lame méta-épiphysaire.

Il en est de même sur les coupes vertico-sagittales (fig. 22), mais le faisceau antérieur s'incline en arrière et l'atteint obliquement. La zone postéro-interne est plus fournie en lamelles qui se séparent de la corticale à son maximum de courbure sous-glénoïdienne ; les plus postérieures sont obliques en arrière et en haut.

Dans la partie centrale, les travées s'infléchissent et s'entrecroisent dans l'axe de l'os ; presque verticales dans le sens frontal (fig. 21), elles se croisent juste au-dessous de la lame de conjugaison ; elles sont plus obliques et recourbées dans le sens sagittal (fig. 22), et, croisant les faisceaux latéraux, gagnent, les antérieures le bord postérieur, les postérieures le bord antérieur de la métaphyse.

La tubérosité antérieure (fig. 22) est formée de lamelles épaisses parallèles et très serrées sur la corticale compacte.

L'épiphyse est partout recouverte d'une très mince corticale sur ses bords, mais la surface du plateau est constituée par une couche épaisse de 2 à 3 millimètres de tissu très dense presque compact, surtout au niveau de la cavité glénoïde interne ; au-dessous de la fossette inter-condylienne postérieure se trouve une petite lame de tissu compact.

Les travées de la spongieuse prolongent la direction de

celles de la métaphyse ; elles abordent perpendiculairement la surface articulaire, tant sur les cavités glénoïdes que sur les faces articulaires des deux épines.

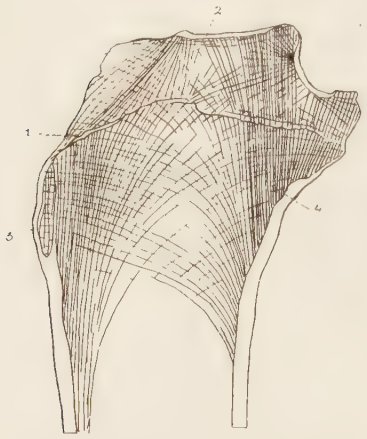


Fig. 22. — Tibia — Extrémité supérieure — Coupe verticosagittale passant par les épines tibiales.

1. Lame méta-épiphysaire. — 2. Plateau tibial, avec ses épines. — 3. Tubérosité antérieure. — 4. Faisceau vertical postéro-interne.

D'autres lamelles parallèles à la surface du plateau tibial et à la lame méta-épiphysaire les croisent en donnant un tissu plus dense sous le fond des cavités glénoïdes.

A la partie antérieure (coupe sagittale), les lamelles très obliques en avant et en bas, deviennent tangentes à la lame de conjugaison et se portent vers la tubérosité antérieure.

De petits géodes restent entre ces faisceaux à l'angle antéro-supérieur, au centre sous les épines, et à la partie postéro-inférieure de cette épiphyse.

EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE

La structure intérieure de cette extrémité est simple. Dans le tiers inférieur de l'os, la diaphyse de triangulaire devient ovale et s'évase surtout dans le sens latéral, en même temps que la compacte diminue d'épaisseur : celle-ci se termine au niveau de la lame méta-épiphysaire, parallèle (à un demi centimètre au-dessus) à la surface articulaire et s'inclinant en bas dans la malléole interne. Métaphyse et diaphyse sont séparées par une lame osseuse qui persiste souvent chez l'adulte et coupe horizontalement la spongieuse à environ deux centimètres de la lame de conjugaison (fig. 23).

De la face interne du cylindre diaphysaire descendent verticalement des lamelles concentriques régulières (fig. 23

et 24). Elles se séparent à angle aigu de la corticale et se terminent sur toute la surface de la lame méta-épiphysaire en convergeant légèrement vers le centre et formant un V ouvert en haut ; quelques petites travées horizontales les croisent. Ces faisceaux verticaux sont plus abondants sur les côtés et plus serrés dans la région de la malléole postérieure. Les travées centrales forment un système moins régulier et plus lâche, ébauchant quelques ogives très pointues.

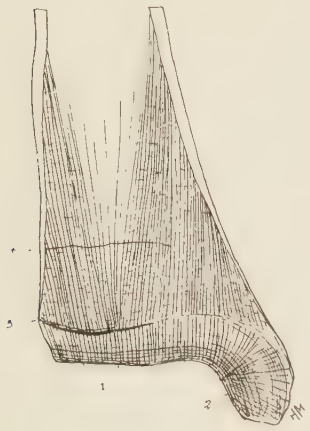


Fig. 23. — Tibia — Extrémité inférieure.
Coupe vertico-frontale.

1. Surface articulaire. — 2. Malléole interne. — 3. Lame méta-épiphysaire. — 4. Lame dia-métaphysaire.

L'épiphyse est constituée par un réseau de mailles quadrilatères séparées par des lamelles plus épaisses et plus espacées ; elles sont normales à la surface articulaire, c'est-à-dire que celles qui répondent à la poulie astragalienne sont verticales et convergent faiblement vers le centre de la surface, et que les internes deviennent obliques, puis horizontales, puis descendantes, à mesure qu'elles passent dans la malléole interne (fig. 23). Ces travées continuent la direction de celles de la métaphyse.

Fig. 24.
Tibia. - Extrémité inférieure. - Coupe vertico-sagittale.

1. Surface articulaire. — 2. Malléole postérieure. — 3. Lame méta-épiphysaire.

Elles sont croisées par des lamelles parallèles à la surface articulaire, qui s'étendent d'un bord à l'autre de l'os ; très serrées sur la limitante inférieure, où elles forment un tissu très dense et épais, elles sont plus espacées en se rapprochant de la lame méta-épiphysaire. Le long de la face cutanée de la malléole se placent quelques travées verticales parallèles à la corticale.

Cette structure est très apparente tant sur les coupes frontales que les sagittales.

IV. — PÉRONÉ

EXTRÉMITÉ SUPÉRIEURE

Le canal médullaire entouré par un prisme de tissu compact se prolonge jusqu'à 4 ou 5 centimètres de l'extrémité supérieure du péroné (fig. 25 et 26). A ce niveau, mais surtout à la hauteur du col, la corticale s'amincit et émet des faisceaux verticaux circulaires qui aboutissent sur la lame méta-épiphysaire, très fine, transversale ; celle-ci s'appuie sur l'extrémité supérieure de la corticale au niveau de la zone la plus renflée de la tête. Au centre, des trabécules très grêles se coupent à angle aigu.

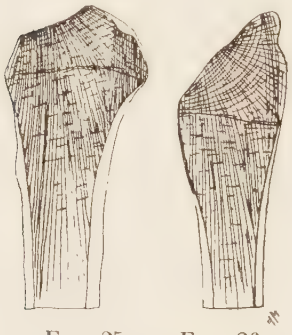


Fig. 25 Fig. 26

Péroné. — Extrémité supérieure

Fig. 25. — Coupe frontale.
Fig. 26. — Coupe sagittale.

Dans l'épiphyse, les travées renouvelées continuent leur trajet ascendant et s'incurvent pour se jeter perpendiculairement sur la petite surface articulaire tibio-péronière. Un système de travées obliques parallèles à cette surface et à tassement périphérique les coupent à angle droit.

Dans l'apophyse styloïde (insertion du biceps), les travées obliques deviennent verticales et se terminent à son extrémité. (Fig. 26).

Sur une coupe frontale (fig. 25) à la partie supérieure, on trouve un système croisé de fibres verticales et obliques formant une zone plus dense qui correspond à l'insertion péronière du soléaire.

Dans son ensemble, la structure est très grêle et très fragile.

EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE

La spongieuse de l'extrémité inférieure, de même d'ail-

leurs que dans le fémur et le tibia, remonte plus haut dans la diaphyse qu'à l'extrémité proximale.

Elle est formée (fig. 27 et 28) de fines lamelles verticales dans le sens sagittal, légèrement incurvées en dedans dans le sens frontal : elles émanent surtout de la corticale externe, et se terminent sur la lame méta-épiphysaire ; celle-ci, horizontale, s'étend au niveau du renflement maximum de la malléole. A un centimètre plus haut, se trouve souvent la lame dia-métaphysaire.

Fig. 27 Fig. 28

Péroné. — Extrémité inférieure

Fig. 27. — Coupe frontale.
Fig. 28. — Coupe sagittale.

Dans l'épiphyse, les travées prolongent celles de la métaphyse, mais sont moins serrées et plus épaisses et aboutissent après un trajet incurvé, parallèle à la face cutanée, à la face interne de la malléole. Elles sont croisées par d'autres travées qui se détachent en bouquet de la facette articulaire astragalienne et traversent de dedans en dehors et de haut en bas toute la malléole jusqu'à sa pointe.

V. — ASTRAGALE

L'astragale est un os court placé en superstructure au-dessus de la voûte plantaire. Il se développe aux dépens d'un noyau cartilagineux central.

Dans l'intérieur, on peut décrire des travées systématisées, mais le plus souvent, surtout dans le corps de l'os, le tissu est si dense qu'il forme un noyau de substance compacte dans lequel on retrouve difficilement des faisceaux. A ce niveau, les lamelles sont serrées, anastomosées, les aréoles très petites, le tout est très dur à la coupe.

Fig. 26

Astragale d'un enfant de 12 ans. Coupe sagittale.

(Les travées sont bien visibles ; le noyau dense central n'est pas encore formé).

Dans le corps, les travées

postérieures se disposent dans un sens vertical : parties perpendiculairement à la surface de la trochlée, elles s'incurvent en arrière et deviennent normales à la facette articulaire postéro-externe : cette disposition est plus visible sur les coupes verticales para-médianes passant par le milieu de cette facette.

Sur les coupes vertico-frontales, ces travées convergent au centre vers la couche compacte du sulcus tali, et sur les bords s'infléchissent en dehors et en dedans pour aboutir sur les deux surfaces d'appui calcanéennes. A leur niveau, le tissu est très dense, presque compact surtout sur la facette postéro-externe. Des deux joues malléolaires de la trochlée se détachent d'un tissu compact de petits éléments perpendiculaires qui se perdent dans les travées verticales.

FIG. 30

Astragale. Coupe vertico-sagittale

1. Tête. — 2. Col avec son tissu compact. — 3. Sulcus tali. — 4. Trochlée. — 5 et 6. Facettes articulaires antérieure et postérieure.

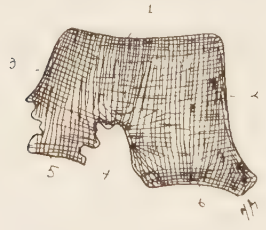


FIG. 31

Astragale. Coupe vertico-frontale

1. Face supérieure. — 2. Joue externe et 3. Joue interne de la trochlée. — 4. Sulcus tali. — 5. et 6. Facettes articulaires antérieure et postérieure.

Le col, à sa partie supérieure (coupes sagittales), présente un épaississement en forme de papillon de substance compacte vraie. En avant et en arrière en partent des travées horizontales : les postérieures se portent dans le noyau trochléen, les antérieures arrivent normalement à la partie supérieure de la surface articulaire de la tête.

Au-dessous se disposent de grosses lamelles verticales et sagittales séparées par des alvéoles allongés (coupes horizontales, fig. 32) ; elles constituent l'épanouissement étoilé de la corticale du col. A leur deux extrémités, elles se divisent en pinceaux de trabécules plus fines : en arrière, elles se perdent dans le noyau trochléen en gardant

leur direction horizontale ; en avant, elles forment la plus grande partie du faisceau de la tête.

Fig. 32

Astragale. Coupe horizontale

1. Tête. — 2. Face externe. — 3. Face interne. — 4. Facette articulaire postéro-interne.

Sur les côtés, la corticale du col s'amincit et recouvre en dedans une zone lâche traversée par les lamelles les plus internes des gros éléments longitudinaux ; il en est de même en dehors.

Enfin, d'autres faisceaux secondaires se disposent perpendiculairement à la surface de la partie inférieure de la tête et de la petite facette calcanéenne (coupes sagittales). Quelques travées radiées partent du fond du sulcus tali.

En résumé, l'astragale constitue un coin de substance compacte très dure interposé entre la mortaise tibio-péronière et les autres os du tarse. Du noyau central partent dans leur direction des faisceaux qui aboutissent normalement aux surfaces d'appui : celles-ci sont constamment doublées par des lamelles serrées qui leur sont parallèles et augmentent leur épaisseur.

VI. — SCAPHOIDE

Le scaphoïde présente une couche de substance compacte épaisse au niveau de ses deux surfaces articulaires antérieure et postérieure, et surtout sous la cavité glénoïde de la tête astragalienne qui est doublée de plusieurs lamelles parallèles. Le reste de la corticale est très mince (fig. 33).

Dans la partie moyenne se disposent des travées serrées les unes contre les autres, qui traversent tout le corps de l'os d'arrière en avant : elles continuent la direction du

faisceau de la tête de l'astragale qui se prolonge encore au-delà dans les cunéiformes et le métatarsien I. Au-dessus, les travées sont moins serrées ; dans la partie inférieure se trouve un petit système de travées qui partent du sommet de la tubérosité et se répandent en éventail dans le corps de l'os, formant un tissu aréolaire peu dense.

VII. — CUNÉIFORMES

Le cunéiforme I présente une structure analogue (fig. 33). Le grand faisceau antéro-postérieur occupe la partie supérieure de l'os ; au-dessous les lamelles moins serrées divergent vers le bas en éventail en restant normales à la surface articulaire scaphoïdienne, et rencontrent un système arqué analogue à celui qui court dans la partie inférieure du calcanéum.

Les deux autres cunéiformes sont constitués par du tissu aréolaire, à direction générale antéro-postérieure, dense à la périphérie et plus lâche au centre.

Ces trois os sont réunis par un faisceau frontal qui passe de l'un à l'autre au niveau des facettes articulaires intercunéennes.

VIII. — MÉTATARSIEN I

Dans le métatarsien I on retrouve encore le faisceau de la tête astragalienne : des travées serrées partent de la partie supérieure de l'extrémité tarsienne et se poursuivent moins nombreux tout le long de la diaphyse jusque dans la tête, cloisonnant ainsi la cavité médullaire. Au-dessous de lui des travées plus courtes se disposent en éventail en s'inclinant vers la face plantaire, et laissent avec les supérieures un angle aigu ouvert en avant.

Des lamelles serrées parallèles à la surface articulaire forment avec ces travées longitudinales un tissu épiphysaire très dense, limité en avant par une lame méta-épiphysaire verticale.

Enfin, du sommet du tubercule rayonnent de fines lamelles qui se recourbent vers le haut en décrivant des

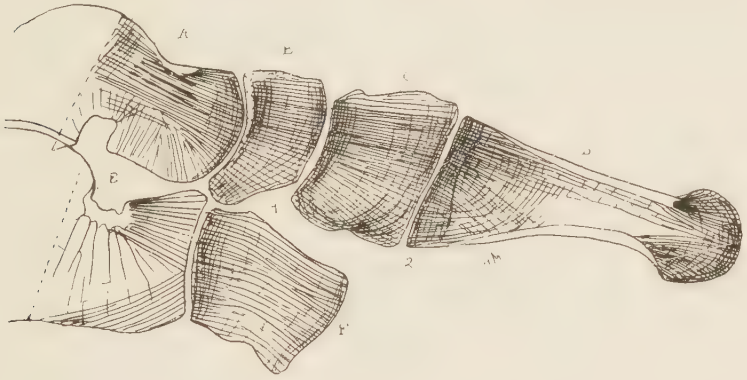


Fig. 33. — Faisceaux tarsiens vus en coupe verticale

A. Astragale. — B. Scaphoïde (1. Tubérosité). — C. Cunéiforme I. — D. Métatarsien I (2. Tubercule de l'extrémité tarsienne). — E. Astragale. — F. Cuboïde.

arcs de cercle et coupent à angle droit le faisceau principal jusqu'au milieu de la diaphyse.

La tête est revêtue d'une mince corticale qui fait suite au cylindre diaphysaire épais. De cette compacte partent des lamelles qui limitent en V la cavité médullaire en se rapprochant, se multiplient dans l'intérieur de la tête pour aboutir normalement à la surface du condyle, et forment un tissu aréolaire dense.

IX. — **CALCANÉUM**

Le calcanéum est un os court dont la structure a été déjà bien des fois décrite, mais toujours en assimilant les travées aux lignes de forces. Nous allons en donner la description anatomique.

Sur les coupes vertico-sagittales (fig. 34), la facette postéro-externe est supportée par une couche très épaisse de tissu dense, presque compact, plus large au centre qu'en arrière. En avant elle se continue par une lame de vrai tissu compact qui forme le fond du sulcus calcanei, s'effile en pointe sur la face supérieure de la grande apophyse et

rejoint en dedans le sustentaculum tali (en dehors de la coupe).

De ce noyau dense partent des travées qui se dirigent en arrière. Les plus hautes s'étendent horizontalement le long de la face supérieure de l'os ; les plus nombreuses s'inclinent vers le bas et décrivant une courbe à concavité inférieure, se dirigent en divergeant vers la face postérieure calcanéenne.

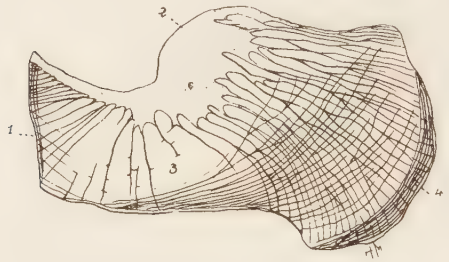


Fig. 34. — Calcanéum
(Coupe vertico-sagittale)

1. Face cuboïdienne de la grande apophyse.
2. Facette articulaire postéro-externe.
3. Géode central.
4. Epiphyse postérieure.

Il est classique de dire que ce faisceau postérieur prolonge le faisceau postérieur de l'astragale. En réalité, les deux coussins articulaires de tissu très dense se répondent des deux côtés des surfaces d'appui, et c'est de leur profondeur que repartent dans chaque sens les travées ; d'ailleurs, le faisceau calcanéen quitte la surface articulaire suivant un angle aigu ouvert en arrière, tandis que les travées astragaliennes y aboutissent normalement : il y aurait donc là une brisure qui est peu en rapport avec le trajet, jamais angulaire, des lignes de force.

Du fond du sulcus calcanei partent des travées radiées. D'abord parallèles au faisceau postérieur, elles s'espacent plus en avant en devenant verticales, et laissent entre elles de larges alvéoles dont l'ensemble constitue un géode. Dans la grande apophyse elles se resserrent à nouveau en prenant une direction antéro-postérieure, et forment ainsi un faisceau antérieur qui se jette sur la face articulaire cuboïdienne revêtue d'une substance compacte surtout épaisse en son centre.

Dans la partie inférieure de l'os court un faisceau arqué qui émane de la corticale inférieure et se confond avec elle en son centre : les travées antérieures sont peu nombreuses et se portent obliquement vers la face cuboïdienne. Les pos-

térieures décrivent une courbe à concavité supérieure et remontent dans toute la partie postérieure de l'os. Elles y croisent à angle droit le faisceau supérieur en limitant des alvéoles rectangulaires.

Entre ces trois faisceaux subsiste, au centre, au-dessous du sulcus calcanei, un géode le plus souvent très vaste, de forme triangulaire, à sommet supérieur.

A la partie postéro-inférieure de l'os se développe un point d'ossification complémentaire étalé en croissant. Il est constitué par des lamelles très serrées, parallèles à la lame de conjugaison et au profil externe de l'os : ainsi se forme une croûte de tissu plus dense qui limite en arrière le faisceau arqué et sur lequel viennent s'épuiser les travées supérieures.

Tel est l'aspect que donnent les coupes vertico-sagittales. Sur une coupe vertico-frontale passant par le sustentaculum et la facette postéro-externe (fig. 35), on trouve au-dessous de cette facette un tissu très dense, formé de lamelles horizontales d'abord très serrées, et qui s'espacent ensuite en s'éloignant de la surface : ce sont les travées horizontales du faisceau supérieur. D'autres lamelles verticales les coupent à angle droit : ce sont les travées antérieures et obliques du même faisceau. Sur les bords, ces lamelles verticales descendent jusqu'à la corticale inférieure en divergeant légèrement ; au centre, elles sont beaucoup plus courtes et leur interruption forme le géode central. Au-dessous de cette formation, le faisceau arqué se manifeste sous la forme de lamelles à concavité supérieure, parallèles à la face inférieure de l'os et se fondant dans la corticale interne plus épaisse que l'externe.

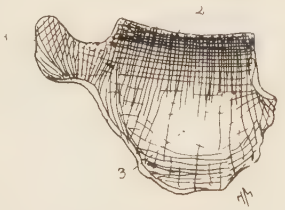


Fig. 35. — Calcanéum. Coupe vertico-frontale.

1. Sustentaculum tali. — 2. Facette articulaire postéro-externe. — 3. Géode central.

A la partie supéro-interne de la coupe, se trouve le sustentaculum tali : les deux faces supérieure et inférieure sont revêtues de lames compactes : la première provient de celle du sulcus calcanei, la seconde continue celle de la face interne du corps de l'os et présente un léger épaississement. De là partent des travées radiées : les unes, verticales, sont

parallèles aux lamelles verticales du corps et aboutissent sur la surface articulaire ; les autres, obliques, se rendent au sommet de l'apophyse. Elles sont croisées par d'autres lamelles horizontales ; le tout forme un tissu assez dense.

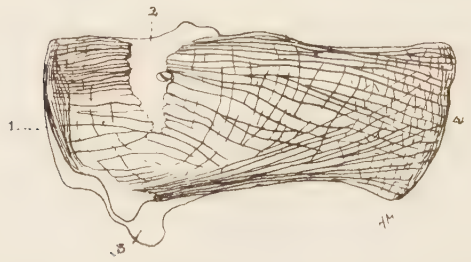


Fig. 36. — Calcanéum — Coupe horizontale.
1. Grande apophyse. — 2. Lame compacte du sulcus calcanei. — 3. Sustentaculum tali. — 4. Face postérieure.

Enfin, une coupe horizontale (fig. 36) passant par le fond du sulcus calcanei, nous montre que dans ce plan, les travées externes du faisceau supérieur sont convexes en dehors, tandis que celles qui descendent du sustentaculum tali le sont en dedans ; elles convergent, en s'entrecroisant, dans la partie postérieure de l'os.

X. — CUBOIDE

Les travées du faisceau antérieur calcanéen se prolongent dans le cuboïde (fig. 33) et le traversent d'arrière en avant, constituant une forte charpente longitudinale. Elles sont croisées par d'autres travées perpendiculaires qui courent dans un sens frontal en doublant les faces antérieure et postérieure. Le centre est formé par un tissu plus lâche à alvéoles allongés longitudinalement.

TROISIÈME PARTIE

Membre supérieur

I. — CLAVICULE

La clavicule est un os long dans lequel le tissu compact est très épais sur tout le corps, mais surtout aux points où l'os présente une courbure (du côté de la concavité) : sur le bord antérieur à la partie externe, sur le bord postérieur en dedans et dans l'extrémité acromiale en arrière. La compacte s'amincit en dehors pour former une mince corticale, en dedans pour laisser place à une petite lamelle sternale qui provient du point d'ossification complémentaire (fig. 37, 38, 39).

Des épaississements de la compacte rayonnent des tra-

Fig. 37

Fig. 38

Fig. 37. — Coupe horizontale d'une clavicule gauche.

Fig. 38. — Extrémité interne : coupe verticale.

Fig. 39. — Extrémité externe : coupe verticale.

Fig. 39

vées dont la direction générale est parallèle à l'axe de l'os. A l'extrémité externe cependant elles se coupent à angle aigu en allant d'un bord à l'autre et donnent ainsi un tissu aréolaire à mailles lâches. Au centre, longues travées partant surtout du bord antérieur, qui se terminent en se

recourbant en arrière à l'extrémité interne : là, d'autres lamelles radiées, à origine postérieure, les croisent, d'où tissu aréolaire analogue, mais plus fin.

L'épiphyse sternale est une mince croûte de travées se coupant à angle droit.

II. — HUMÉRUS

EXTRÉMITÉ SUPÉRIEURE

L'extrémité supérieure de l'humérus (fig. 40) comprend, à partir du col chirurgical, la métaphyse, la tête et le massif externe des deux tubérosités, trochin en avant et trochiter en arrière. Chacune de ces parties possède une structure propre séparée des autres par des lamelles osseuses représentant chez l'adulte les cartilages de conjugaison.

La tête est limitée en bas et en dehors par une ou plusieurs lames parallèles (1 et 3 qui s'appuient à la périphérie sur tout le pourtour du col anatomique. A l'union de ses deux tiers inférieurs et de son tiers supérieur, elle forme sur les coupes vertico-frontales un angle obtus ouvert en haut et en dedans ; une autre lame (2) partant de l'extrémité supérieure de la corticale externe arrive au sommet de cet angle ; elle sépare le massif des deux tubérosités du reste de la métaphyse et est fortement inclinée en bas et en dehors (trochin et trochiter sont de même séparés par une petite lamelle sans importance).

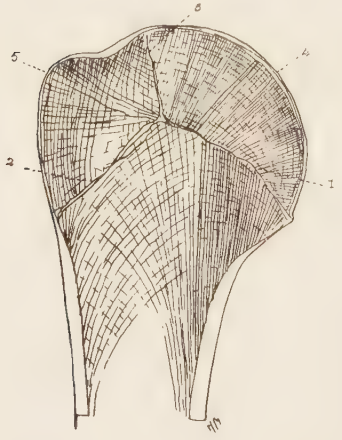


Fig. 40. — Humérus. — Extrémité supérieure. — Coupe vertico-frontale passant par le trochiter.

1 et 3. Lame méta-épiphysaire. — 2. Lame méta-apophysaire. — 4. Tête humérale. — 5. Trochiter.

Le tissu spongieux de la métaphyse humérale présente d'assez grandes analogies de structure avec celui du fémur. De tout le pourtour du cylindre diaphysaire, peu épais, partent de fines lamelles circulaires et concentriques qui se dirigent vers le haut. Les

éléments centraux s'incurvent vers l'axe de l'os et forment dans son prolongement une série de voûtes ogivales superposées, de texture assez lâche.

La corticale interne présente une inflexion analogue à celle du col fémoral, mais moins accentuée, et se termine en s'effilant au niveau de la partie inférieure de la tête. De son maximum de courbure se détache un faisceau vertical formé de travées serrées qui aboutissent obliquement sur la lame méta-épiphysaire ; les supérieures, plus espacées, se disposent en éventail dans la partie interne de la métaphyse. Ce faisceau est donc l'homologue du faisceau de la tête fémorale.

La corticale externe, dans sa partie terminale, émet d'autres travées qui s'infléchissent en dedans et en haut et sous-tendent la lame de conjugaison des tubérosités : elles se jettent sur le bord externe du faisceau vertical. Les lamelles de celui-ci sont croisées par de petits éléments osseux horizontaux qui continuent, plus grêles et moins différenciés, le trajet des travées externes ; au-delà du faisceau, les lamelles se reforment et arrivent jusqu'à la mince corticale interne dans la partie supérieure de la métaphyse. Dans certains cas, même, ces travées la traversent d'un côté à l'autre, constituant alors un faisceau arqué complet, type Gallois et Bosquette.

Sur une coupe horizontale, la tranche métaphysaire montre des lamelles circulaires anastomosées, espacées au centre, et serrées, au contraire, dans tout le croissant interne, donnant la projection verticale des différents éléments que nous avons décrits.

La tête humérale, ou épiphyse, présente un tissu très dense dans le voisinage de la lame de conjugaison et surtout à la périphérie où la mince corticale de la surface articulaire est doublée d'une série de petites lamelles parallèles très serrées. Perpendiculaires à elles, partent de cette surface des lamelles radiées qui convergent vers le centre de figure de la tête et s'arrêtent à la lame méta-épiphysaire. Ces éléments, pas plus que dans la tête fémorale, ne continuent la direction de celles de la métaphyse.

Les tubérosités sont formées de lamelles verticales et parallèles à la très mince couche de revêtement, et d'autres

horizontales qui rayonnent du sommet des tubérosités aux lames de séparation de la tête et de la métaphyse. Le tissu est très lâche, surtout à la partie inférieure, comme dans le grand trochanter.

EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE

La corticale diaphysaire est ici beaucoup plus épaisse qu'à la partie supérieure ; elle émet de grosses travées irrégulières, espacées, anastomosées, qui se croisent vers le bas, à angle très ouvert. Au-dessous, à mesure que le cylindre cortical s'évase sur les côtés en s'aplatissant d'avant en arrière, les parois s'amincissent et se terminent en pointe au niveau de l'épiphyse. (Fig. 41).

La lame méta-épiphysaire à peu près parallèle à la surface inférieure de l'os, ondulée, isole en dehors l'épicondyle, le condyle et la trochlée (6), et rejoint la limitante externe au fond de la gouttière qui borde la poulie en dedans.

L'épitrochlée est individualisée par une autre lame descendante (7) partant de l'extrémité inférieure de la corticale interne et gagnant obliquement la gouttière trochléenne. Entre ces deux lames reste un coin de substance spongieuse qui dépend de la métaphyse.

Les travées de l'épiphyse continuent celles de la métaphyse en direction, mais non bout à bout. Les unes et les autres se terminent sur la lame de conjugaison autour de laquelle le tissu est plus serré.

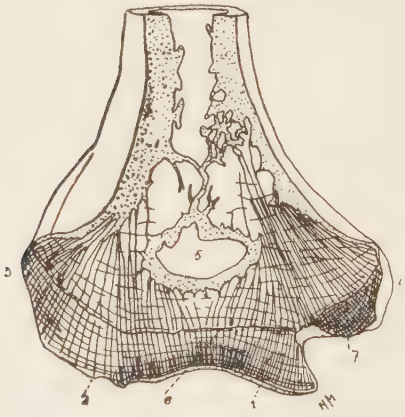


FIG. 41. — Humérus. — Extrémité inférieure. — Coupe vertico-frontale.

1. Trochlée. — 2. Condyle. — 3. Epicondyle. 4. Epitrochlée. — 5. Cavité olécranienne. 6. Lame méta-épiphysaire. — 7. Lame de conjugaison de l'épitrochlée.

Mais les travées épiphysaires sont plus épaisses et constituent par leur multiplication une substance compacte qui borde les surfaces articulaires : trochlée et face radiale ou antérieure du condyle. Le reste de l'épiphyse est recouvert d'une très mince corticale.

Voyons maintenant la systématisation de la spongieuse.

Les travées se détachent de la corticale, au point où celle-ci s'incurve, par des angles aigus, et descendent verticalement vers l'articulation. Les centrales forment un grand faisceau trochléen s'appuyant en haut par ses bords sur les parois interne et externe de la corticale ; au milieu les travées partent moins nombreuses de la compacte de la cavité olécranienne. Ces éléments s'incurvent en bas en convergeant pour arriver normalement à la trochlée ; le tissu est plus serré sur les bords latéraux du faisceau qui répondent au centre des deux lèvres de la poulie. Sur une coupe vertico-sagittale, ces travées aboutissent aussi normalement à la surface articulaire.

En dehors, le faisceau condylien et épicondylien dépend uniquement de la partie externe de la corticale. En haut les travées jouxtent celles du faisceau trochléen, et par un trajet légèrement divergent viennent rejoindre la limitante externe du condyle en dehors de la zone conoïde. Enfin les travées les plus externes épicondyliennes restent parallèles au bord cutané de la saillie.

Toute cette partie épiphysaire est parcourue par un système de lamelles parallèles qui aboutissent directement sur une épaisse limitante externe : c'est le faisceau métaphysaire, tout entier compris dans la métaphyse.

Enfin les lamelles les plus internes de la corticale divergent vers le bas, et, croisées par des éléments horizontaux, contribuent à former dans l'épitrochlée un tissu épiphysaire moins dense et aréolaire.

Dans la métaphyse de petites lamelles coupent les verticales en leur formant des anastomoses transversales.

III. — CUBITUS

EXTRÉMITÉ SUPÉRIEURE

A l'extrémité supérieure, l'épiphyse proprement dite est réduite à une croûte de tissu densifié (fig. 12-1) appliquée à la partie postéro-supérieure de l'olécrane. Tout le reste provient du point d'ossification primitif.

La corticale diaphysaire postérieure, plus épaisse monte directement jusqu'au sommet de l'olécrane en diminuant d'épaisseur. Elle émet des travées recourbées qui s'infléchissent en avant, les unes vers le fond de la grande cavité sigmoïde, les autres se relèvent peu à peu et se prolongent jusqu'au bec olécranien, les dernières enfin se terminent verticalement sur l'épiphyse.

La corticale antérieure au point où elle s'infléchit en avant pour supporter l'apophyse coronoïde présente un épaississement formant souvent éperon, puis se continue très mince jusqu'au bec.

Fig. 42. — Cubitus. Extrémité supérieure (Coupe vertico-sagittale)

1. Point épiphysaire de l'olécrane.
2. Apophyse coronoïde.
3. Eperon sous-coronoïdien
4. Grande cavité sigmoïde.

De cet éperon sous-coronoïdien partent une série de lamelles radiées : les premières, presque horizontales d'abord, se redressent et viennent croiser celles du côté opposé pour former des ogives. Au-dessus partent plusieurs lames plus épaisses (3) qui se rendent en continuant directement la diaphyse au niveau de la crête transversale qui divise en deux la grande cavité sigmoïde : très rarement ces lamelles forment une cloison compacte analogue à la lame sous-trochantinienne de Rodet (Krause) : c'est l'apophyse console de Henle, entre l'apophyse coronoïde et le reste de la métaphyse. Enfin, les travées les plus hautes arrivent normalement à la partie inférieure de la cavité sigmoïde et forment avec quelques lamelles parallèles un tissu peu dense à mailles rectangulaires.

La surface articulaire est constituée par des lamelles tassées les unes contre les autres (4) formant un tissu dense périphérique et s'écartant davantage vers la profondeur.

Normalement à cette paroi partent des travées radiées : les inférieures se confondent avec celles qu'émet l'éperon sous coronoïdien, les moyennes avec celles de la compacte postérieure ; les supérieures, obliques en arrière, croisent les travées les plus hautes provenant de l'extrémité de la

même compacte dans la partie supérieure de l'olécrane. Là le tissu est très dense, constituant un bloc compact.

EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE

L'extrémité inférieure est de structure beaucoup plus simple (fig. 43).

La métaphyse est enveloppée par une corticale cylindrique mince qui va en diminuant d'épaisseur vers l'épiphyse sur laquelle elle s'arrête. Celle-ci comprend la partie inférieure de la tête et l'apophyse styloïde et est limitée par une lame méta-épiphysaire transversale bien nette.

Sur une coupe vertico-frontale (fig. 43) passant par la styloïde, les travées de la spongieuse, parties de l'union des 3/4 supérieurs avec le 1/4 inférieur de l'os, se détachent de la corticale à angle aigu ; et, très serrées, elles se portent en bas en convergeant dans la direction de la tête et s'arrêtent sur la lame de conjugaison.

Les plus hautes s'entrecroisent dans l'axe de la diaphyse en formant quelques ogives ; quant aux principales, leur trajet est incurvé vers le radius comme l'extrémité tout entière de l'os. Le faisceau le plus important vient de la corticale interne (1) ; les plus internes descendent directement vers l'apophyse styloïde.

Dans l'épiphyse, les travées plus épaisses, mais plus espacés, convergent dans le sommet de la tête en dehors, et se disposent en longueur dans l'apophyse styloïde.

D'autres lamelles parallèles à la lame méta-épiphysaire les croisent à angle droit et limitent de grosses cellules carrées. La limitante externe présente une faible épaisseur, sauf au niveau de la tête. Cette structure fait contraste avec celle de la métaphyse plus fine et serrée.

Fig. 43. — Cubitus. Extrémité inférieure. — Coupe vertico-frontale.

1. Faisceau de la corticale interne.
2. Lame méta-épiphysaire.
3. Apophyse styloïde.

IV. — **RADIUS**

EXTRÉMITÉ SUPÉRIEURE

L'extrémité supérieure du radius présente deux points d'ossification complémentaires, l'un pour la tubérosité bicipitale, l'autre pour le segment supérieur de la tête et la cupule ; le reste, c'est-à-dire le col et la partie inférieure de la tête, forme la métaphyse.

La compacte est épaisse sur tout le corps de l'os et ne s'amincit qu'à la hauteur du col, pour se terminer sur le bord inférieur du pourtour de la tête ; le canal médullaire se prolonge jusqu'au col ; c'est là que commence la spongieuse très réduite (fig. 44).

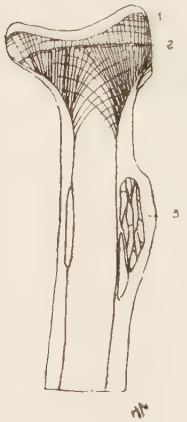


Fig. 44. — Extrémité inférieure. Coupe sagittale.

1. Epiphyse.
2. Lame méta-épiphysaire.
3. Tubérosité bicipitale.

Les travées qui montent en divergeant vers la cupule, forment des faisceaux verticaux circulaires qui s'arrêtent sur la lame méta-épiphysaire ; à la périphérie, elles sont parallèles aux minces parois de la tête ; au centre, elles s'incurvent en d'élégantes ogives.

Au-delà de la lame de conjugaison, les travées de l'épiphyse continuent leur direction et aboutissent à la cupule.

Au fond de celle-ci se trouve une couche épaisse de tissu compact d'où partent des lamelles horizontales parallèles à la lame méta-épiphysaire. Cette épaisseur de tissu ne doit pas nous étonner ; nous l'avons rencontrée sur de nombreuses surfaces articulaires.

La tubérosité bicipitale est limitée en dedans par une lame osseuse compacte ; dans la cavité ainsi formée se disposent des lamelles longitudinales et transversales. La corticale en ce point est très épaisse.

EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE

Le radius, élargi à son extrémité inférieure (fig. 45), possède une compacte très épaisse ; celle-ci s'amincit rapi-

dement pour se terminer sur la lame méta-épiphysaire qui isole une épiphyse comprenant la base carpienne et la styloïde. La diaphyse s'arrête au niveau de la lame dia-métaphysaire, qui persiste souvent, à deux centimètres au-dessus. Entre les deux, reste la métaphyse.

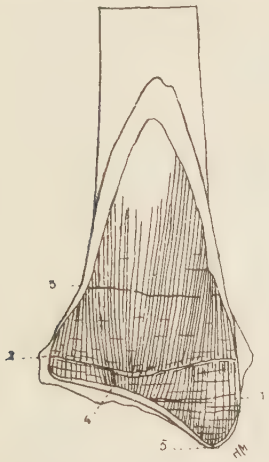


Fig. 45. — Radius. — Extrémité inférieure. — Coupe vertico-frontale.

1. Epiphyse. — 2. Lame méta-épiphysaire. — 3. Lame dia-métaphysaire. — 4. Surface articulaire. — 5. Apophyse styloïde.

La disposition des lamelles du tissu spongieux est verticale : les travées qui partent du quart inférieur de l'os descendent en convergeant au centre, et divergent légèrement sur le pourtour suivant la direction de la corticale.

Elles repartent au-delà de la lame de conjugaison et arrivent normales à la surface articulaire, formée d'une couche épaisse de tissu compact. Au centre de cette base les lamelles sont serrées ; dans la styloïde, au contraire, elles sont plus espacées.

De la compacte articulaire partent d'autres lamelles parallèles à la lame de conjugaison, surtout développées en dehors vers la styloïde, et qui forment des mailles quadrilatères. La limitante externe est très mince.

QUATRIÈME PARTIE

Caractères généraux du Tissu spongieux

La description de la structure du tissu spongieux de chacun des os pris séparément, montre que chaque extrémité présente une trabéculation constante qui lui est propre.

Mais si, par un travail de synthèse après cette analyse, on cherche à grouper les faits, si l'on compare les résultats obtenus, on voit se dégager un faisceau de caractères communs.

Nous ne parlerons pas ici de la signification qu'il faut donner à cette trabéculation ; nous essayerons de l'interpréter dans un chapitre suivant. Pour l'instant, nous plaçant au point de vue purement objectif, nous allons résumer, sous forme de propositions, ces caractères communs d'où dérivent les structures spéciales de chaque os.

La substance compacte des os longs commence à diminuer d'épaisseur quand le fût diaphysaire perd sa forme cylindrique ou prismatique, et que l'extrémité se modèle pour répondre aux éléments avec lesquels elle entre en rapport et s'adapter à sa fonction particulière.

La compacte se termine constamment au point où elle arrive sur la lame méta-épiphysaire.

La substance spongieuse des os apparaît dans le canal médullaire quand la corticale compacte s'amincit : celle-ci est formée de lamelles concentriques tassées les unes contre les autres (Retterer) ; c'est de l'écartement de ces lamelles que proviennent les travées de la spongieuse. L'abondance du tissu compact est donc en raison inverse de celle du tissu spongieux : plus la couche corticale est épaisse, plus elle émet de travées de substance spongieuse, mais elle diminue aussi en proportion.

C'est ainsi que la corticale interne de l'extrémité supérieure du fémur donne tout d'abord les lamelles peu abondantes du pilier interne du système ogival en gardant à peu de chose près toute son épaisseur. Plus haut se détache le puissant faisceau de la tête ; à ce niveau, elle s'épuise progressivement en s'épanouissant, et n'est plus représentée au-delà que par une mince lame qui se continue jusqu'à l'extrémité de la métaphyse. Nous avons noté à sa place la relation qui existe entre l'épaisseur de cette lame compacte et la naissance du faisceau de la tête fémorale.

De même, tout éperon de la corticale constitue un centre de rayonnement pour des lamelles radiées qui partent du même point, alors que de part et d'autre ces travées sont plus espacées.

Il existe dans la diaphyse et la métaphyse des os longs une disposition générale constante : les premières travées qui se détachent de la compacte s'infléchissent vers l'axe de l'os et forment une série de voûtes superposées qui limitent le canal médullaire ; au-dessus, les travées se disposent en faisceaux qui prolongent la direction générale de la diaphyse et tendent à devenir normales à la surface articulaire.

Cette disposition type existe dans tous les os, mais la morphologie extérieure la modifie, la modèle sur elle même et détermine une structure différente pour chacun. Cependant, on peut toujours retrouver ces caractères communs, plus ou moins bien représentés. Nous allons en donner quelques exemples.

Dans l'extrémité supérieure du fémur, le premier système est très net : c'est le système ogival. Le second est représenté en dehors par les lamelles qui montent verticalement vers le grand trochanter, s'infléchissent en dedans pour rejoindre la lame sus-cervicale, et au-delà, par les travées qui aboutissent à la partie supérieure de la lame méta-épiphysaire. Du côté interne, la compacte s'est infléchie tout entière en dedans et le faisceau de la tête fémorale continue la direction générale de la diaphyse. La courbure du col, ainsi que le développement du grand trochanter, modifie profondément la structure type, mais l'adaptation

à la fonction particulière de cette partie du squelette, ne détruit pas la ligne générale de l'architecture intérieure.

Dans l'extrémité supérieure du cubitus, la surface articulaire se trouve placée latéralement, mais la disposition reste la même ; les premières travées s'entrecroisent en formant des ogives, les autres aboutissent à la grande cavité sigmoïde : celles de l'apophyse coronoïde perpendiculairement et celles de l'olécrane plus obliquement. Nous allons, d'ailleurs, voir plus bas, la structure particulière des surfaces articulaires.

Les autres parties du squelette sont plus faciles à assimiler à la disposition type. L'extrémité supérieure de l'humérus, celle du radius, du tibia, l'extrémité inférieure du fémur (coupes sagittales), du cubitus, en sont de bons exemples. Nous prions le lecteur de se reporter aux figures correspondantes pour nous éviter des redites.

Dans d'autres cas, les travées sont presque toutes longitudinales : extrémité inférieure du tibia, du péroné, du radius. Mais on trouve toujours au centre des travées qui ne parviennent pas à la lame méta-épiphysaire et s'entrecroisent à angle aigu dans l'axe de la diaphyse : ce sont des systèmes en ogive à peine ébauchés.

La substance spongieuse est plus développée à l'extrémité inférieure ou distale des os longs. Le canal médullaire s'arrête en moyenne à l'union des 3/4 supérieurs avec le 1/4 inférieur, alors qu'il remonte plus haut à l'extrémité proximale : jusqu'à l'apophyse coronoïde pour le cubitus, au col pour le radius, au petit trochanter pour le fémur, à l'évasement de la métaphyse pour le tibia, etc...

Les épiphyses des os longs constituent une partie indépendante au point de vue structural, qui se développe aux dépens d'un point d'ossification complémentaire.

L'épiphyse est séparée chez l'enfant de la dia-métaphyse par le cartilage de conjugaison. Chez l'adulte, cette cloison persiste sous la forme d'une lame méta-épiphysaire ayant même forme et même trajet.

La lame méta-épiphysaire présente en direction générale la même orientation que la corticale limitante, déterminant à l'extrémité de l'os un segment osseux qui a à peu près la même épaisseur au centre que sur les bords. Plus l'os est long, plus l'épiphyse elle-même est longue (comparer les extrémités inférieures du fémur, tibia, radius).

Si dans l'épiphyse les travées prolongent souvent la direction de celles de la métaphyse, les deux systèmes sont indépendants : on ne peut trouver de continuation directe bout à bout d'un côté à l'autre de la lame méta-épiphysaire.

Les lamelles du tissu épiphysaire ne présentent pas le même caractère que celles de la métaphyse ; elles sont généralement plus épaisses et plus espacées, alors que le tissu métaphysaire est constitué par des travées plus fines et plus serrées. La différence de structure est souvent très apparente sur certaines coupes (fig. 17, 18, 24, 28, 43, 45) et saute aux yeux des moins avertis.

Le tissu spongieux de l'épiphyse répond, comme celui de la métaphyse, à un type général. Il est formé de deux systèmes de lamelles. Les unes partent de la lame méta-épiphysaire, traversent toute la longueur de l'épiphyse et aboutissent normalement à la surface articulaire ; si celle-ci est plane les lamelles sont parallèles ; elles présentent une disposition radiée si elle est courbe. Les autres leur sont perpendiculaires et s'étendent d'un bord à l'autre parallèlement à la surface articulaire.

Ces deux systèmes délimitent des alvéoles de forme quadrilatère, assez vastes au centre, plus petits vers la lame méta-épiphysaire où se produit une condensation légère du tissu.

Les surfaces articulaires sur lesquelles s'effectuent les pressions sont toujours doublées d'une couche plus ou moins épaisse de tissu très dense, presque compact, formé de lamelles tassées les unes contre les autres, séparées par des alvéoles réduits à l'état de fente. Elles s'espacent ensuite pour reconstituer le tissu épiphysaire normal.

Cette particularité est signalée avec étonnement par

Poirier à propos de la tête du radius ; nous l'avons retrouvée constamment au-dessous de toutes les surfaces articulaires des os des membres, tant dans les os longs que les os courts, calcanéum ou astragale.

Les apophyses musculaires qui se développent aux dépens de point d'ossification propres, se comportent comme des épiphyses. Séparé du reste de la métaphyse par une lame méta-apophysaire, leur tissu est formé de lamelles entrecroisées, les unes perpendiculaires, les autres parallèles à la limitante externe. Elles sont orientées d'une manière générale dans le sens d'action de ces muscles. (Tubérosités humérales, épitrochlée, épicondyle, grand trochanter).

Signalons enfin la persistance peu fréquente chez l'adulte de la lame dia-métaphysaire qui constitue chez l'enfant une barrière anatomique et pathologique entre la diaphyse et la métaphyse (Tillier). (Voir les fig. des extrémités inférieures du fémur, du tibia, du péroné, du radius et du cubitus).

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Il a pu paraître étonnant que, au cours de nos descriptions, tant pour le fémur ou le calcanéum que les autres os, nous n'ayons pas une seule fois employé le terme de lignes de forces, les mots de traction ou de pression, autrement que sous forme de remarques : nous avons voulu en effet dans la première partie de notre travail, faire uniquement de la description anatomique.

Les faits étant exposés, nos résultats donnés, ils nous reste maintenant à les interpréter.

La théorie de la forme fonctionnelle des os de Julius Wolff, basée sur les schémas mécaniques de Kulmann, est presque classique à l'heure actuelle.

La voici résumée en quelques lignes prises dans les travaux de ses adeptes :

« L'os modèle sa forme et édifie sa charpente à mesure que s'exerce sa fonction, et toute modification de cette dernière entraîne un changement morphologique. La fonction crée, puis entretient l'organe » (Gallois et Bosquette). — Les travées sont l'expression anatomique des lignes de forces, qui s'opposent aux efforts de traction et de pression et sur lesquelles réside la solidité de la charpente de l'os. La spongieuse des extrémités des os en est l'élément principal ; la corticale compacte représente la ligne de force la plus externe et se modèle sur la spongieuse. La substance osseuse ne se trouve que là où elle est mécaniquement nécessitée par les charges qui pèsent sur l'os. Ailleurs se trouvent les parties molles, moelle, vaisseaux et nerfs (Disse, passim). L'os a donc une structure mécanique et sa morphologie extérieure est déterminée par sa structure intérieure.

Cette théorie est fort séduisante par sa précision et a donné lieu à de nombreux travaux allemands, français et étrangers, qui en ont démontré l'exactitude tant sur les os normaux que sur des pièces pathologiques.

Elle ne nous paraît cependant pas être l'expression intangible de la réalité. Que les travées de la spongieuse coïncident à peu près avec les lignes de forces, il n'est pas dans notre intention ni dans nos moyens de le discuter.

Mais il n'y a pas que les charges qui agissent sur les os : au membre supérieur il ne peut être question de faire intervenir le poids du corps, et cependant nous avons montré que la structure intérieure de l'extrémité proximale du fémur et de l'humérus est comparable.

Quelle est donc la cause de l'organisation de ces travées ?

« La puissance et la fréquence des contractions musculaires me paraissent jouer un rôle plus important que les charges », dit Retterer. Et Müller a décrit dans la diaphyse des os longs du foetus une ébauche de structure orientée dans le sens des tractions musculaires, sous la forme de travées radiées correspondant à l'insertion des muscles.

D'autre part, « les muscles chez l'embryon sont capables de contractions avant que les os n'aient acquis leur rigidité, d'où la conception que la substance compacte des os longs n'est complètement solide qu'en apparence » (Albert, in Krause). Si les muscles influent pour une grande part dans la détermination de la morphologie extérieure des os, il est évident qu'ils jouent le même rôle pour la substance spongieuse qui suit son évolution.

Et nous croyons que concurremment avec les charges qui pèsent sur cette extrémité osseuse, les muscles rotateurs et abducteurs contribuent non seulement au développement du grand trochanter, mais aussi à l'inflexion du col du fémur tout entier.

Wolff ne considère donc qu'une des données du problème, et ses conclusions perdent par ce fait une grande partie de leur valeur.

D'ailleurs la disposition trabéculaire de l'extrémité supérieure du fémur ou du calcanéum, les deux os qui ont le plus souvent été pris comme types de démonstration, peut s'expliquer sans faire intervenir des actions mécaniques, par le simple fait du développement et du modelé secondaire de ces os. Ce point a été très clairement mis

en évidence par notre Maître, dans la note à la Société d'Anthropologie que nous avons déjà citée plus haut.

Nous ne croyons donc pas que la substance spongieuse ait l'importance qui lui a été attribuée, pas plus au point de vue statique, qu'à celui de la direction des traits de fractures.

Aussi sommes-nous en droit de dire que, si l'on doit connaître dans un but anatomique la structure intérieure des os, il ne faut pas tirer de la disposition trabéculaire du tissu spongieux des conclusions hors de proportion avec la place qui lui est assignée dans la nature.

Et nous pouvons conclure avec notre Maître par ce point d'interrogation qui laisse le champ libre à des recherches ultérieures d'anatomie normale, pathologique et expérimentale :

« A la notion de la surface de l'os, donc sa forme, résultante de son architecture intérieure, ne convient-il pas de substituer celle de l'architecture intérieure modelée par la forme extérieure de l'os, elle-même conditionnée par ces forces s'exerçant d'abord sur le mince tissu compact du début du cylindre diaphysaire ? »

BIBLIOGRAPHIE

E. Albert. — Etudes diverses sur l'architecture du tissu spongieux des os (Publications dans les journaux de Vienne, 1899-1900).

Einführung in das Studim der Architektur der Rohrenknochen, Wien, 1900.

Die Architektur des menschlichen Oberarmes, Wien, 1900.

Anthony. — Note sur un nouveau procédé d'étude de l'architecture du tissu spongieux des os. (Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle, 1915, n° 5).

Seconde note sur un procédé d'étude de l'architecture du tissu spongieux des os. (Ibidem, 1916, n° 6).

Basset. — Annales de la clinique chirurgicale du professeur Pierre Delbet, n° 7. Les fractures du col du fémur, 1920.

Beaunis et Bouchard. — Eléments d'Anatomie descriptive et d'embryologie, 1894.

G. Bonnal. — De la rareté de la fracture intra-capsulaire du col du fémur chez l'adulte et le vieillard. (Thèse de Paris, 1914).

Bourgery. — Atlas d'Anatomie.

Brun. — Thèse de Paris, 1841.

Büdinger. — Die Spongiosa der oberen Extremitat, 1903.

Charpy. — Bulletin de la Société Anatomique de Lyon, 1884.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon, 1884.

De la résistance des os aux fractures. (Revue de chirurgie, 1885).

Des variétés chirurgicales du tissu osseux. (Revue de chirurgie, 1886).

Etudes d'Anatomie. (Col du Fémur), 1891.

Chevrier. — Structure architecturale de l'extrémité inférieure du fémur. (Bulletin de la Société Anatomique de Paris, 1906).

Courty. — Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales. (Articles Fémur, Humérus, etc.), 1868.

Curtillet. — Du décollement traumatique des épiphyses. (Thèse de Lyon, 1891).

Delbet Pierre. — Voir Basset.

Destot. — Revue de chirurgie, 1902.

Lyon Médical, 1903.

Lyon Chirurgical, 1908, 1911, 1913.

Traumatismes du pied et Rayons X, 1911.

Disse. — Skeletlehre. Handbuch der Anatomie des Menschen (Bardeleben). Abteilung I. Allgemeines.

Dubreuil - Chambardel. — Notes anatomiques, 1914.

Note sur l'ossification du Métacarpien II. (Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie).

Duret. — Disposition architecturale du tissu spongieux ; son

rôle dans la production des fractures. (Gazette Médicale de Paris, 1876).

Forgue. — Précis de Pathologie externe.

Fossataro. — Annales de Médecine Navales (Italiennes), 1902.

Gallois et Bosquette. — Etude sur l'architecture intérieure des os et en particulier de l'extrémité supérieure du fémur. Son rôle dans le remaniement du squelette, fractures et déformations. (Revue de chirurgie, 1908).

Hamilton. — Traité pratique des fractures et luxations. Traduction française par G. Poinsot, 1884.

Jaboulaye. — Epiphyse de l'astragale et épiphyse du scaphoïde du pied. (Lyon Médical, 1889).

Jeanbrau. — Précis de Pathologie chirurgicale, tome 4, Fractures. 1921.

Krause. — Skelet der oberen und unteren Extremitat, 1909.

Lacroix. — Lois générales des déplacements des os dans les fractures. (Annales de chirurgie françaises et étrangères, 1844.

Lardy. — Contribution à l'étude des fractures du col du fémur étudiées expérimentalement sur le cadavre. (Thèse de Berne, 1886).

Ueber die Anatomie der Femurepiphyse. (Korrespondenzblatt für Schweizer Aerzte, 1889).

Latarjet et Gallois. — Contribution à l'étude de l'architecture intérieure de l'os iliaque et de la ceinture pelvienne. (Bibliographie anatomique, 1910).

Leboucq. — Développement du métatarsien I. (Archives de Biologie, 1882).

Leblanc. — Note au Bulletin de la Société d'Anthropologie, 1922.

Le Damany. — L'adaptation de l'homme à la station debout. (Journal de l'Anatomie et Physiologie, 1905).

Lehtihet. — Les fractures du cotyle. (Thèse d'Alger, 1919).

Malgaigne. — Traité des fractures et luxations, 1847.

Merkel. — Der Schenkelsporn. (Medizinische Centralblatt, n° 27, 1873).

Messerer. — Zur Elasticiteit und Festigkeit der Knochen, 1880.

Meyer. — Die Architektur der Spongiosa. (in Archiven für Anatomie und Physiologie, 1867).

Morestin. — Note sur l'architecture du calcanéum considéré au point de vue des fractures de cet os. (Bulletin de la Société Anatomique de Paris, 1894).

Müller. — Comptes rendus de la Société de Biologie, 1920.

Poirier. — Du développement des membres. (Thèse d'agrégation (1886).

Traité d'Anatomie humaine, 1892.

Rambaud et Renault. — Origine et développement des os. (Paris 1864).

Retterer. — Contribution au développement du squelette des extrémités. (Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, 1884).

Structure comparée du tissu osseux. (Comptes rendus de la Société de Biologie, 1908).

De l'ossification intra-cartilagineuse ou enchondale. (Ibidem, 1908).

Rodet. — Moyens propres à distinguer les différentes espèces de fractures du col du fémur. (Thèse de Paris, 1884).

Rouvière et Delmas. — Note sur l'architecture de l'os coxal. (Bibliographie anatomique, 1910).

W. Roux. — Das Gesetz der Transformation der Knochen. (In Berliner klinische Wochenschrift, 1893).

Sappey. — Anatomie descriptive, 1876.

Sewell, Seymour. — A Study of the astragulus. (Journal of anatomie, 1906).

Solger. — Zur Kenntniss des Schenkelsporn und der Wardschen Dreieckes. (Anatomische Hefte, 1900).

Testut. — Traité d'anatomie humaine, 1911.

Testut et Jacob. — Traité d'anatomie topographique, 1921.

Tillier. — Une particularité de structure du squelette infantile révélée par la radiographie. (Lyon, Chirurgical, 1920).

Ward. — Outlines of human ostéology. (London, 1838).

Vergoz. — Les Pseudarthroses de l'avant-bras. (Thèse d'Alger, 1919).

J. Wolff. — Ueber die innere Architektur der Knochen. (Archive für Pathologische Anatomie, 1870).

Archive für Anatomie und Physiologie, 1873.

Das Gesetz der Transformation der Knochen. (Berlin, 1892).

Die normale und pathologische Architektur der Knochen. (Archive für Anatomie und Physiologie, 1901).

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Introduction 7

Première Partie :

Structure de l'Extrémité supérieure du Fémur 11
I. — Structure de l'Epiphyse 15
II. — Structure du Col fémoral 16
III. — Structure du grand trochanter 23
IV. — Structure du petit trochanter 24
Remarques 27

Deuxième Partie :

Membre inférieur 33
I. — Os coxal 33
II. — Extrémité inférieure du Fémur 35
III. — Tibia : extrémité supérieure 38
— extrémité inférieure 40
IV. — Péroné : extrémité supérieure 42
— extrémité inférieure 42
V. — Astragale 43
VI. — Scaphoïde 45
VII. — Cunéiformes 46
VIII. — Métatarsien I 46
IX. — Calcanéum 47
X. — Cuboïde 50

Troisième Partie :

Membre supérieur 51
I. — Clavicule 52
II. — Humérus : extrémité supérieure 52
— extrémité inférieure 54
III. — Cubitus : extrémité supérieure 55
— extrémité inférieure 57
IV. — Radius : extrémité supérieure 58
— extrémité inférieure 58

Quatrième Partie :

Caractères généraux du tissu spongieux 60

Conclusions générales 65

Vu :
Le Président de Thèse,
LEBLANC.

Vu :
Le Doyen,
J. HÉRAIL.

Vu et permis d'imprimer :
Alger, le 5 Décembre 1922.
Le Recteur de l'Académie,
E. ARDAILLON.

IMPRIMERIE MODERNE
2, Boulevard Laferrière, 2
ALGER

Téléphone 39-34

IMPRIMERIE MODERNE
2, Boulevard Laferrière, 2
ALGER

Téléphone 39-34